Deutscher Bundestag
13. Wahlperiode

Drucksache 13/4825

11. 06. 96

Unterrichtung

durch die Bundesregierung

Sechster Immissionsschutzbericht der Bundesregierung

Inhaltsverzeichnis

Zugeleitet mit Schreiben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vom 29. Mai 1996 gemäß § 61 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes.

1. Einleitung

Die Verpflichtung der Bundesregierung nach § 61 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) von 1974, dem Deutschen Bundestag jeweils ein Jahr nach dem ersten Zusammentritt über

„1. den Stand und die Entwicklung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen und Geräusche im Bundesgebiet während des Berichtszeitraums sowie über die voraussichtliche weitere Entwicklung,

2. die in Durchführung dieses Gesetzes getroffenen und beabsichtigten Maßnahmen,

3. die laufenden und die in Aussicht genommenen Forschungsvorhaben über die Wirkung von Luftverunreinigungen und Geräuschen,

4. die Entwicklung technischer Verfahren und Einrichtungen zur Verminderung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen und Geräusche und

5. die für die Forschung und Entwicklung nach den Nummern 3 und 4 aufgewendeten, insbesondere die von Bund und Ländern zu diesen Zwecken bereitgestellten Mittel"

zu berichten, bietet dem Parlament die Möglichkeit, regelmäßig Fortschritt und Planung der Bundesregierung beim Immissionsschutz zu prüfen. Bisher wurden bereits fünf Immissionsschutzberichte vorgelegt. Der 6. Immissionsschutzbericht deckt im wesentlichen den Zeitraum von 1991 bis 1995 ab.

Die Wiederherstellung der staatlichen Einheit Deutschlands, die europäische Integration und die erweiterte internationale Zusammenarbeit nach Überwindung des Ost-West-Konflikts prägen die deutsche Umwelt- und damit Immissionsschutzpolitik in den 90er Jahren in besonderem Maße.

Das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung, auf das sich die internationale Staatengemeinschaft 1992 in Rio verständigt hat, hält Industrieländer wie Entwicklungsländer dazu an, die ökonomische, soziale und ökologische Entwicklung im Kontext zu betrachten. Die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen ist notwendig auch als Grundlage für das Wirtschaften zukünftiger Generationen. In diesem Sinne wurde das Staatsziel, „auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen im Rahmen der verfassungsmäßigen Ordnung durch die Gesetzgebung und nach Maßgabe von Gesetz und Recht durch die vollziehende Gewalt und die Rechtsprechung (zu schützen)", 1994 in das Grundgesetz aufgenommen.

Dem trägt die Bundesregierung Rechnung, indem sie ihre erfolgreiche und international anerkannte Politik der Umweltvorsorge fortsetzt. Gleichwohl verlangt die Umsetzung des Leitbilds der nachhaltigen Entwicklung, bei der alle Staaten eine gemeinsame, aber unterschiedliche Verantwortung tragen, die Setzung neuer Akzente. Trotz der inzwischen in vielen Industrieländern – so auch in Deutschland – gelungenen Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und bestimmten schädlichen Umwelteinwirkungen sind vor allem die Industrieländer gehalten, die Effizienz ihres Wirtschaftens weiter zu erhöhen, Konsummuster umweltverträglich zu gestalten und Umwelt-Technologien fortzuentwikeln. Dabei geht es insbesondere um die Stärkung der Integration des Umweltschutzes in alle Politikbereiche und um eine gesamtwirtschaftlich effizientere Ausgestaltung des umweltpolitischen Instrumentariums.

Hierfür bieten die bereits 1974 festgelegten immissionsschutzrechtlichen Grundsätze eine probate Grundlage. Die Dynamik der Entwicklung wird deutlich zum einen an jüngsten Schwerpunkten wie der Anpassung der Genehmigungsverfahren an die moderne wissenschaftliche und technische Entwicklung, zum anderen an der Entwicklung des Störfallrechts, ausgehend von strengen Regeln zu einer modernen Sicherheitsphilosophie, die alle Beteiligten – Anlagenbetreiber, Nachbarn, Verwaltung, gesellschaftliche Kräfte, Politik – in die Verantwortung nimmt. Diese Immissionsschutzpolitik zeigt sich aber auch den Anforderungen gewachsen, die aus der Sorge um eine von Menschen verursachte Klimaänderung und aus der begrenzten Verfügbarkeit unserer natürlichen Ressourcen erwachsen. So kennzeichnen den 6. Immissionsschutzbericht schwerpunktmäßig auch beispielgebende Fortschritte bei der Transparenz des politischen und des behördlichen Handelns.

Kennzeichnend ist, daß die gleichen Prinzipien, die im Westen Deutschlands zu einer weltweit beachteten Verminderung der Emissionen führten, sich nunmehr auch im Osten unseres Landes bewähren, wo mit Erfolg Umweltpobleme angegangen werden, deren Ausmaß im Westen Mitte der 80er Jahre unvorstellbar war.

2. Schwerpunktbereiche

2.1 Anlagenzulassungsrecht mit integriertem Ansatz einschließlich Anlagensicherheit

2.1.1 Anlagenzulassungsrecht

2.1.1.1 Allgemeines

Das Immissionsschutzrecht hat für Anlagenzulassungen neben dem Baurecht die größte Bedeutung. Das immissionsschutzrechtliche Genehmigungsverfahren ist im Vergleich zu anderen umweltrechtlichen Genehmigungs- und Zulassungsverfahren deutlich präzisierter und differenzierter geregelt. Mit den durch das Investitionserleichterungs- und Wohnbaulandgesetz (IWG) von 1993 erfolgten Änderungen des BImSchG einschließlich der 4. und 9. Durchführungsverordnung nach dem BImSchG (4. und 9. BImSchV) wurde eine erste wichtige Etappe bei der Schaffung von Möglichkeiten zur Beschleunigung der immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren genommen (vgl. Bericht der Bundesregierung über die Möglichkeiten einer weiteren Beschleunigung und Vereinfachung der immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren vom 28. Februar 1994, Drucksache 12/6923).

Im Februar 1994 hat die Bundesregierung beschlossen, eine „Unabhängige Expertenkommission zur Vereinfachung und Beschleunigung von Planungs- und Genehmigungsverfahren" einzusetzen. Die Kommission hat ihren Bericht Ende 1994 vorgelegt.

Im Vordergrund des Interesses der sog. Schlichter-Kommission, die in Deutschland die Deregulierungsarbeiten vorbereitet hat, stehen Änderungen des BImSchG durch die das Verfahren erheblich vereinfacht und beschleunigt werden soll. Die Diskussion der Vorschläge in der aus Abgeordneten des Deutschen Bundestages und hochrangigen Vertretern der Ressorts gebildeten Arbeitsgruppe haben zu Empfehlungen an die Bundesregierung geführt, denen das Bundeskabinett am 29. Juni 1995 zugestimmt hat.

Die Gesetz- und Verordnungsentwürfe zur Umsetzung der Empfehlungen der Koalitions-/Ressort-Arbeitsgruppe „Vereinfachung und Beschleunigung von Planungs- und Genehmigungsverfahren" im Bereich des Immissionsschutzrechts, die das Bundeskabinett am 11. Januar 1996 beschlossen hat, setzen sich im einzelnen wie folgt zusammen:

- Artikelgesetz, bestehend aus Änderung des BImSchG, Änderung des UVP-Gesetzes und Änderung der Verordnung über das Genehmigungsverfahren (9. BImSchV)
  - Änderung des BImSchG

    Kern der Änderungsvorschläge ist die Einführung eines neuartigen Anzeigeverfahrens, das dem Träger des Vorhabens die Wahl zwischen Anzeige und Genehmigung beläßt. Strebt der Träger des Vorhabens vor allem Investitionssicherheit (Bestandsschutz) und ein integriertes Verfahren an, das andere behördliche Entscheidungen, z. B. die Baugenehmigung, einschließt, so wird er voraussichtlich das Genehmigungsverfahren wählen. Bevorzugt er eine möglichst rasche Realisierung seines Vorhabens, wird er die Anzeige wählen.

    Für dieses neue Verfahren sollen ausschließlich Anlagearten aus der Spalte 2 der 4. BImSchV ausgewählt werden, also Anlagen, die bisher ohne Öffentlichkeitsbeteiligung genehmigungsbedürftig sind.

    Die Herabzonung von Anlagen vom Genehmigungserfordernis auf das Anzeigeverfahren wird zu erheblichen Erleichterungen führen. Zwar wird es künftig erforderlich sein, die Erteilung einer Baugenehmigung gesondert zu beantragen; immissionsschutzrechtlich genügt aber eine Anzeige der Inbetriebnahme.

    Der zweite wichtige Vorschlag besteht darin, den Genehmigungsvorbehalt bei wesentlichen Änderungen durch eine Mitteilungpflicht zu ersetzen. Künftig sollen nur noch solche Änderungen genehmigungsbedürftig sein, die sich erheblich und nachteilig auf die Umwelt auswirken können. Auch der IVU-Richtlinienvorschlag (vgl. Abschnitt 2.1.2.1) sieht entsprechende neue Regelungen vor. Nach geltendem Recht ist jede wesentliche Änderung genehmigungsbedürftig, gleichgültig, ob sich das Vorhaben zum Vorteil oder nachteilig auf die Umwelt auswirken kann.

    Änderungsgenehmigungsverfahren machen bis zu 85 % der Genehmigungsverfahren aus. Nach der neuen Regelung wäre ein sehr hoher Anteil hiervon künftig nicht mehr genehmigungsbedürftig. Dies dürfte auch dazu führen, daß umweltverbessernde Änderungen früher als bisher realisiert werden.

    Ferner wird die Zulassung des vorzeitigen Beginns – nach geltendem Recht beschränkt auf die wesentliche Änderung – auf die Errichtung neuer Anlagen ausgedehnt. Von der Zulassung des vorzeitigen Beginns wurde vor allem in den neuen Bundesländern häufig Gebrauch gemacht, um Investitionen möglichst beschleunigt tätigen zu können. Dieses neue Instrument wird sich gerade in der Anfangsphase des Vorhabens ebenfalls erleichternd für die Betroffenen auswirken. Der Gesetzentwurf sieht außerdem für Mehrzweck- oder Vielstoffanlagen vor, daß hier eine „Rahmengenehmigung" genügt.

Schließlich ist eine neuartige Verknüpfung von Öko-Audit (vgl. Abschnitt 2.1.2.2) und Immissionsschutzrecht vorgesehen. Die Genehmigungsbehörde hat bei den Antragsunterlagen künftig auch zu berücksichtigen, ob der Träger des Vorhabens im Rahmen des Öko-Audit bereits entsprechende Unterlagen erstellt hat.

– UVP-Gesetz

Die neue Regelung der wesentlichen Änderung im BImSchG, an die das UVP-Gesetz anknüpft, erfordert auch eine entsprechende Neufassung der Anlage zu diesem Gesetz.

– Verordnung über das Genehmigungsverfahren (9. BImSchV)

Zusätzlich zu den bisherigen Beschleunigungsregelungen sind vorgesehen

  – Projektmanager
  – Frist für die Vollständigkeitsprüfung der Unterlagen
  – Gutachtenaufträge an zertifizierte Gutachter und
  – neue Vorschriften über das gestreckte Genehmigungsverfahren. Dies bedeutet, daß die Behörde gestatten kann, daß bestimmte Unterlagen erst nach Erteilung der Genehmigung vorzulegen sind (Beispiele: Baustatik, Vertrag zur Verwertung der Reststoffe).

– Anzeigeverordnung nach § 23 BImSchG

Die Anlagenarten, die aus der Spalte 2 der 4. BImSchV für das neue Anzeigeverfahren in Betracht kommen, sollen in einer neuen Rechtsverordnung zusammengefaßt werden.

– Änderung der Anlagenverordnung (4. BImSchV)

  – Forschungs-, Entwicklungs- oder Erprobungsanlagen für neue Erzeugnisse oder Verfahren werden von der Genehmigungspflicht befreit. Dies schließt auch solche Anlagen zur Herstellung von neuen Erzeugnissen ein, die am Markt erprobt werden sollen, soweit die neuen Erzeugnisse noch weiter erforscht oder entwickelt werden.
  – Nebeneinrichtungen sind nur noch in dem Umfang genehmigungsbedürftig, in dem sie Auswirkungen auf die Emissionen, Immissionen oder sonstigen Gefahren haben.
  – Anlagen, in denen die Abluft aus ansonsten genehmigungsfreien Anlagen (z. B. kleine Kfz-Lackierereien) nachverbrannt wird, werden genehmigungsfrei.
  – Das Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 2. Juli 1993, in dem entgegen der bis dahin üblichen Praxis bei der Intensivtierhaltung Ferkel den Mastschweinen gleichgestellt werden, wird dadurch sachgerecht umgesetzt, daß eine entsprechende Differenzierung für die Genehmigungsgrenze eingeführt wird.
  – Bei der Genehmigungspflicht kleiner Abfallentsorgungsanlagen werden Bagatellgrenzen eingeführt, bei deren Unterschreitung die Anlagen genehmigungsfrei sind.

Mit diesen beiden Vorlagen wird ein erster entscheidender Schritt zur Deregulierung umweltrechtlicher Vorschriften getan, wie er in den Empfehlungen des Kabinetts vom 29. Juni 1995 vorgesehen ist.

Der Bundesrat hat am 1. März 1996 zu dem Gesetzentwurf der Bundesregierung und zum Entwurf zur Änderung der 4. BImSchV Stellung genommen. Die Bundesregierung hat ihre Gegenäußerung zum Gesetzentwurf am 6. März 1996 beschlossen.

2.1.1.2 Änderungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes

2.1.1.2.1 Investitionserleichterungs- und Wohnbaulandgesetz

Mit dem Investitionserleichterungs- und Wohnbaulandgesetz (IWG) vom 22. April 1993 wurden u. a. das immissionsschutzrechtliche Genehmigungsverfahren und das Genehmigungsverfahren für Abfallentsorgungsanlagen vereinfacht und beschleunigt. Die Notwendigkeit hierzu ergab sich insbesondere daraus, die dringend erforderliche Infrastruktur zur Entsorgung von Abfällen in den neuen Bundesländern aufzubauen und darüber hinaus dem Bedarf an modernen Recyclinganlagen zur Erfüllung der Verwertungspflichten in ganz Deutschland Rechnung zu tragen.

Das Gesetz, das am 1. Mai 1993 in Kraft getreten ist, enthält insbesondere folgende Änderungen:

Unterstellung der Abfallentsorgungsanlagen unter das immissionsschutzrechtliche Genehmigungsverfahren

Bis zum Inkrafttreten des IWG mußte für die Errichtung und den Betrieb aller Abfallentsorgungsanlagen ein Planfeststellungsverfahren nach § 7 des Abfallgesetzes (AbfG) durchgeführt werden. Dieser abfallrechtlichen Zulassung unterliegen nunmehr lediglich die Anlagen zur Ablagerung von Abfällen (Deponien). Für die Errichtung und den Betrieb von ortsfesten Abfallentsorgungsanlagen zur Lagerung oder Behandlung von Abfällen ist allein eine immissionsschutzrechtliche Genehmigung erforderlich, so daß der Großteil der Abfallentsorgungsanlagen einem einfacheren und zügiger durchführbaren Genehmigungsverfahren unterworfen wird. Darüber hinaus kommt nun auch einer Genehmigung der Abfallentsorgungsanlagen zur Lagerung und Behandlung von Abfällen, die in einem Verfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung erteilt wird, eine materielle Präklusionswirkung zu, und die Errichtung dieser Anlagen kann durch Erteilung eines immissionsschutzrechtlichen Vorbescheids oder einer Teilgenehmigung beschleunigt werden.

Änderungen im Genehmigungsverfahren

Um das Zulassungsverfahren für genehmigungsbedürftige Anlagen in einzelnen Schritten schneller und leichter bewältigen zu können, kann eine immissionsschutzrechtliche Teilgenehmigung im Rahmen eines erleichterten Verfahrens erteilt werden. Weitere Verfahrensverkürzungen sollen dadurch erzielt werden, daß über einen Genehmigungsantrag im förmlichen Verfahren grundsätzlich nach spätestens

sieben Monaten und im vereinfachten Verfahren grundsätzlich nach spätestens drei Monaten zu entscheiden ist. Ferner sind Einwendungen gegen die Zulassung einer Anlage nunmehr schriftlich zu erheben, und die Konzentrationswirkung einer immissionsschutzrechtlichen Genehmigung erstreckt sich auch auf bestimmte wasserrechtliche Einzelentscheidungen.

Erweiterung der Möglichkeit der Zulassung vorzeitigen Beginns

In einem Änderungsgenehmigungsverfahren ist es möglich, nicht nur mit der Errichtung eines Änderungsvorhabens, sondern unter bestimmten Voraussetzungen auch mit dem Betrieb zu beginnen.

2.1.1.2.2 Die wichtigsten Änderungen der Rechtsverordnungen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz

Verordnung über das Genehmigungsverfahren (9. BImSchV)

Die 9. BImSchV ordnet die Rechte und Pflichten der Beteiligten am Genehmigungsverfahren nach § 10 BImSchG. Erstmalig 1977 erlassen, wurde sie insbesondere wegen der Umsetzung der Vorschriften zur Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) 1992 neu gefaßt (die Fassung der Bekanntmachung vom 11. Juni 1992, die der bundeseinheitlichen Gestaltung sowie der Beschleunigung und Vereinfachung des Genehmigungsverfahrens diente, wird bereits im 5. Immissionsschutzbericht auf Seite 74f. behandelt).

Im Zusammenhang mit einer Vereinfachung und Beschleunigung des Genehmigungsverfahrens durch das IWG wurden mit der Verordnung zur Änderung der 9. BImSchV vom gleichen Tag die Einzelheiten des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens neu geregelt. Besonderes Gewicht lag dabei auf der Intensivierung der Erörterung in dem Zeitraum vor einer konkreten Antragstellung zwischen der Genehmigungsbehörde und dem Anlagenbetreiber auf freiwilliger Basis. Denn die bisherige Genehmigungspraxis hat gezeigt, daß eine Verfahrensbeschleunigung erreicht werden kann, wenn bei den ersten Überlegungen zur Realisierung eines Anlagenprojekts die konkrete Umsetzung der immissionsschutzrechtlichen Anforderungen bereits in dieser Planungsphase durch eine stärkere Einbeziehung der Genehmigungsbehörde berücksichtigt werden können. Ferner ist eine bundeseinheitliche Verfahrenspraxis dadurch sichergestellt worden, daß die verfahrensvereinfachenden Regelungen, die bisher nur für das Gebiet der neuen Bundesländer gegolten haben, auch für das Gebiet der alten Bundesländer übernommen worden sind.

Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BImSchV)

Mit Änderungsverordnung vom 24. März 1993 wird das Anliegen einer beschleunigten und vereinfachten Durchführung von Genehmigungsverfahren durch eine Reduzierung der Genehmigungserfordernisse unterstützt. Begründete bisher ein Zeitraum der Inbetriebnahme einer Anlage von sechs Monaten die Genehmigungspflichtigkeit, so sind es nunmehr zwölf Monate der Inbetriebnahme an einem Ort. Ferner wurden mehrere Anlagenarten ganz oder teilweise durch eine Anhebung der Erfassungsgrenzen im Anhang der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen aus der Spalte 1 (Verfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung) in die Spalte 2 (vereinfachtes Genehmigungsverfahren ohne Öffentlichkeitsbeteiligung) übernommen. Außerdem ist für bestimmte Anlagenarten durch Ausnahmeregelungen bzw. eine Anhebung der Erfassungsgrenzen das Genehmigungserfordernis entfallen. Durch eine präzisere Fassung einiger Genehmigungsvorbehalte wird schließlich die Anwendung der Verordnung für die Behörden und die Betreiber von Anlagen erleichtert.

Im Rahmen der Eingliederung von Abfallentsorgungsanlagen zur Lagerung und Behandlung von Abfällen in das immissionsschutzrechtliche Genehmigungsverfahren durch das IWG wurden diese Anlagenarten in den Anhang der 4. BImSchV aufgenommen. Auf diese Weise wird bestimmt, welche Abfallentsorgungsanlagen ausschließlich dem Genehmigungsverfahren des BImSchG unterworfen sind.

Verordnung über Immissionsschutz- und Störfallbeauftragte (5. BImSchV)

Durch die Einführung der §§ 58 a bis d in das BImSchG durch die 3. Novelle vom 18. Mai 1990 wurde das Institut des Störfallbeauftragten neu geschaffen.

Mit der neuen 5. BImSchV vom 30. Juli 1993 (siehe auch Abschnitt 2.1.3.4.2) wurden

- die Verordnung über Immissionsschutzbeauftragte (5. BImSchV von 1975) und
- die Verordnung über die Fachkunde und Zuverlässigkeit der Immissionsschutzbeauftragten (6. BImSchV von 1975)

aus Gründen der Regelungsvereinfachung zusammengeführt, fortgeschrieben und um entsprechende Regelungen für den Störfallbeauftragten ergänzt, für den es bisher keine entsprechenden Vorschriften gab.

In der Verordnung findet sich eine Auflistung der genehmigungsbedürftigen Anlagen, für die ein Immissionsschutzbeauftragter zu bestellen ist. Für die Bestellung eines Störfallbeauftragten ist eine Parallele zu den Anlagen hergestellt worden, die nach der Störfall-Verordnung (Störfall-VO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 20. September 1991 besondere Sicherheitspflichten zu erfüllen haben. Ferner sind die Anforderungen an die Fachkunde und Zuverlässigkeit eines Störfallbeauftragten in Anlehnung an die bisherigen Regelungen für den Immissionsschutzbeauftragten bestimmt worden.

Die im Grundsatz bewährten Regelungen für den Immissionsschutzbeauftragten gelten weiter, so daß im Berichtszeitraum hier keine wesentlichen Veränderungen eingetreten sind.

2.1.2 Integrierter Umweltschutz

2.1.2.1 Die künftige EG-Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung

Der Vorschlag der Europäischen Kommission und sein Beratungsstand

Die Europäische Kommission hat am 30. September 1993 einen Vorschlag für eine Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Vermindung der Umweltverschmutzung (IVU-Richtlinie) vorgelegt[1]). Die IVU-Richtlinie soll u. a. die 1984 verabschiedete Richtlinie zur Bekämpfung der Luftverunreinigung durch Industrieanlagen (84/360/EWG) ablösen und bezweckt eine Harmonisierung der Bestimmungen, die in Europa zur Bekämpfung der Umweltverschmutzung für den Betrieb besonders umweltrelevanter Industrieanlagen und für deren Genehmigung gelten, auf Grundlage eines integrierten, medienübergreifenden Konzeptes.

Zur IVU-Richtlinie wurde am 5. Mai 1994 im Auftrag und in Zusammenarbeit mit dem Bundesumweltministerium in Bonn ein Planspiel durchgeführt, bei dem über 150 ausgewählte Experten aus den Umweltministerien der Bundesländer, den zuständigen Genehmigungsbehörden, aus der betroffenen Industrie und den Umweltverbänden mit einem Vertreter der Kommission die Chancen und Risiken erörtert haben, die sich für die Fortentwicklung des Umweltschutzes in Deutschland und in der Europäischen Union aus der IVU-Richtlinie ergeben können[2]). Die Planspiel-Teilnehmer sahen es als erforderlich an, Detailregelungen des Verwaltungsverfahrens zu streichen und stattdessen effektive Regelungen der Betreiberpflichten und Genehmigungsvoraussetzungen aufzunehmen. Eine europäische Harmonisierung des Anlagenzulassungsrechts auf hohem Niveau müsse hierbei die Anwendung der besten verfügbaren Techniken (BVT) vorschreiben und dürfe auch bei Einhaltung der EG-Umweltqualitätsnormen – anders als im Kommissionsvorschlag vorgesehen – keine höheren Emissionen zulassen.

Die IVU-Richtlinie bildete im Umweltbereich eines der Schwerpunktvorhaben der deutschen Ratspräsidentschaft in der zweiten Hälfte des Jahres 1994. In Übereinstimmung mit den Stellungnahmen des Deutschen Bundestages und des Bundesrates hat die Bundesregierung sich bei den Verhandlungen mit Nachdruck dafür eingesetzt, den Schwerpunkt der Richtlinie von Regelungen des Verwaltungsverfahrens auf inhaltlich-materielle Fragen zu verlagern. Diese Vorschläge wurden von der französischen Ratspräsidentschaft in der ersten Hälfte des Jahres 1995 fortentwickelt. Nach intensiven Beratungen hat sich der EG-Umweltministerrat am 22./23. Juni 1995 einstimmig auf den Inhalt eines gemeinsamen Standpunktes zur IVU-Richtlinie geeinigt. Dieser gemeinsame Standpunkt ist am 27. November 1995 vom Ministerrat förmlich beschlossen und dem Europäischen Parlament zu einer Stellungnahme im Verfahren der Zusammenarbeit zugeleitet worden. Mit einer Verabschiedung der IVU-Richtlinie ist daher im Jahre 1996 zu rechnen.

Das geltende deutsche Umweltrecht und die Förderung des integrierten Umweltschutzes

Wesentliche Elemente einer integrierten Betrachtung im Sinne des Vorschlags für eine IVU-Richtlinie sind im geltenden deutschen Umweltrecht bereits enthalten. Im Gegensatz zu den Ausführungen in der Begründung des ursprünglichen Kommissionsvorschlags dürfen Industrieanlagen mit einem hohen Verschmutzungspotential in Deutschland bereits seit Mitte des 19. Jahrhunderts nur errichtet und betrieben werden, wenn sie von der zuständigen Behörde in einem Verfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung genehmigt wurden. In diesem Genehmigungsverfahren sind traditionell nicht nur die Luftreinhaltungs- und Lärmbekämpfungsvorschriften zu prüfen, sondern alle öffentlich-rechtlichen Vorschriften, also auch solche Vorschriften, die dem Schutz des Wassers, des Bodens und der Natur dienen. Für die meisten der in Anhang I des Richtlinienvorschlages genannten Anlagen gelten seit 1974 die Vorschriften des BImSchG über genehmigungsbedürftige Anlagen. Das BImSchG wendet sich nicht nur an die staatlichen Genehmigungs- und Überwachungsbehörden, sondern legt Grundpflichten der Betreiber genehmigungsbedürftiger Anlagen fest und betont damit die Eigenverantwortung der Betreiber von Industrieanlagen.

Der Grundpflichtenkatalog des BImSchG dient auch dem Zweck, einer bloßen Verschiebung von Umweltproblemen von einem Sektor auf einen anderen vorzubeugen. Er enthält – ähnlich wie der Artikel 3 des Richtlinienentwurfs, der aufbauend auf Vorschlägen der deutschen Ratspräsidentschaft im Jahr 1994 neu in den gemeinsamen Standpunkt aufgenommen wurde – Grundpflichten des Betreibers, die im Sinne einer integrierten Betrachtung nicht nur den Schutz und die Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen, sondern u. a. auch die Abfallvermeidung und -verwertung sowie die Abwärmenutzung regeln.

Integrierter Umweltschutz zielt insbesondere darauf ab, Produktionsprozesse so zu gestalten, daß Emissionen in die Umwelt vermieden oder unter dem Aspekt einer medienübergreifenden Betrachtung zumindest so weit wie möglich verringert werden und dabei Belastungen nicht lediglich von einem Medium auf ein anderes zu verlagern. Dieses Ziel wurde von der Bundesregierung auch bisher schon beim Erlaß untergesetzlicher Vorschriften verfolgt. So haben z. B. die Anforderungen der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft oder der Abwasserverwaltungsvorschriften zur Entwicklung, Markteinführung und zum Einsatz von Anlagen mit integrierter Umwelttechnik veranlaßt. Diese Aufgaben können we-

[1]) KOM (93) 423 endg., ABl. der EG-Nr. C 311/6 vom 17. November 1993. Die Europäische Kommission hat ihren Vorschlag zwischenzeitlich unter Übernahme einer Reihe von Änderungsvorschlägen des Europäischen Parlaments geändert. (KOM (95) – endg. 526 SYN, ABl. der EG Nr. C 165 vom 1. Juli 1995).

[2]) Vgl. die Dokumentation „IPC-Planspiel zur europaeinheitlichen Zulassung von Industrieanlagen am 5. Mai 1994 in Bonn", veröffentlicht in der Reihe Umweltpolitik des Bundesumweltministeriums.

gen der erforderlichen, besonderen Fachkenntnisse bei den unterschiedlichen Produktionsprozessen nur von der Wirtschaft selbst geleistet werden, ggf. unter Förderung durch den Staat.

So wurden im Berichtszeitraum von der Bundesregierung verstärkt Forschungsvorhaben und Projekte zum produktionsintegrierten Umweltschutz gefördert. Entsprechend der Bedeutung, die der integrierten, vorsorgenden Umwelttechnik für eine schadstoffvermeidende und ressourcenschonende Produktionsweise zukommt, hat die Bundesregierung 1994 im Rahmen des Programms „Umweltforschung und Umwelttechnologie" einen Forschungsschwerpunkt „Produktionsintegrierter Umweltschutz" geschaffen. Durch die Stimulierung verstärkter FuE-Arbeiten zu innovativen umweltschonenden Produktionsverfahren, umweltfreundlichen Produkten und zur Kreislaufschließung soll das ökologische und ökonomische Potential integrierter Umwelttechnik aufgezeigt werden. Mit dem Programm „Investitionen zur Verminderung von Umweltbelastungen" wird flankierend dazu dem zunehmenden Interesse von Unternehmen Rechnung getragen, integrierte Konzepte und Verfahren großtechnisch umzusetzen. Eine Bewertung der im Rahmen des Investitionsprogramms geförderten Projekte hat u. a. ergeben, daß der Anteil der Förderung von integrierten Verfahren sich über den Förderzeitraum von 1979 bis 1993 mehr als vervierfacht hat und auf über 50 % gestiegen ist.

Der gemeinsame Standpunkt

Nach Auffassung der Bundesregierung ist die IVU-Richtlinie in der Fassung des gemeinsamen Standpunktes ein wichtiger Fortschritt für die inhaltliche Harmonisierung der Umweltbestimmungen, die in Europa für die Genehmigung und den Betrieb besonders umweltrelevanter Industrieanlagen gelten. Denn bei der Einigung für einen Gemeinsamen Standpunkt wurde insbesondere zu den nachfolgend dargestellten Gesichtspunkten eine deutliche Verbesserung gegenüber dem ursprünglichen Kommissionsvorschlag erreicht:

- In den gemeinsamen Standpunkt zur IVU-Richtlinie wurde ein Artikel 3 über die Betreiberpflichten aufgenommen, mit dem wesentliche Elemente des Grundpflichtenkataloges in das europäische Umweltrecht übernommen werden. Hiernach müssen die nach der IVU-Richtlinie genehmigungsbedürftigen Anlagen so betrieben werden, daß geeignete Vorsorgemaßnahmen gegen Verschmutzungen getroffen, Abfälle vermieden oder verwertet werden und Energie effizient eingesetzt wird.
- Zum Schutz von Luft, Wasser und Boden ist die Anwendung der besten verfügbaren Techniken künftig EU-weit als Betreiberpflicht (Art. 3 Buchst. a) und Genehmigungsvoraussetzung (Art. 9 Abs. 1 und 4) vorgesehen. Der Begriff „beste verfügbare Techniken" bezeichnet den effizientesten und fortschrittlichsten Entwicklungsstand der Tätigkeiten und entsprechenden Betriebsmethoden, der spezielle Techniken als praktisch geeignet erscheinen läßt, um Emissionen in und Auswirkungen auf die gesamte Umwelt allgemein zu vermeiden oder zu vermindern. Hierbei wird der Stand der besten verfügbaren Techniken als ein auf den jeweiligen Industriezweig bezogener allgemeiner und internationaler Maßstab definiert (Art. 2 Abs. 11).

  Die in die Genehmigung aufzunehmenden Emissionsgrenzwerte sind immer auf die besten verfügbaren Techniken zu stützen. Den Mitgliedstaaten wird zwar die Möglichkeit eingeräumt, hierbei unter bestimmten Voraussetzungen auch die lokalen Umweltbedingungen zu berücksichtigen. Jedoch müssen die Genehmigungsauflagen in jedem Fall Vorkehrungen zur weitestgehenden Verminderung der weiträumigen oder grenzüberschreitenden Umweltverschmutzung enthalten und ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt sicherstellen (Art. 9 Abs. 4). Die im Kommissionsvorschlag noch enthaltene Ausnahmebestimmung des Art. 9 Abs. 3, die Ausnahmen vom Stand der besten verfügbaren Techniken in Gebieten mit guter Umweltqualität zuließ, wird im gemeinsamen Standpunkt gestrichen.
- Wenn sich insbesondere auf Grundlage des Informationsaustausches über die besten verfügbaren Techniken gemäß Art. 16 die Notwendigkeit eines gemeinschaftlichen Handelns ergibt, soll der Rat gemäß Art. 18 Abs. 1 auf Vorschlag der Kommission gemeinschaftliche Emissionsgrenzwerte festlegen, die in allen Mitgliedstaaten beachtet werden müssen. Bis zu dem Inkrafttreten solcher Tochterrichtlinien zur IVU-Richtlinie bleiben die aufgrund einer Reihe geltender EG-Richtlinien bereits harmonisierten Emissionsanforderungen bestehen.
- Der Schwerpunkt des ursprünglichen Kommissionsvorschlags lag auf detaillierten Regelungen des Genehmigungsverfahrens. Als Beitrag zur Beschleunigung und Vereinfachung der Zulassung von Industrieanlagen konnte im gemeinsamen Standpunkt eine erhebliche Reduzierung von Verfahrensvorschriften erreicht werden. So ermöglicht die Richtlinie durch den Verzicht auf ein förmliches Genehmigungsverfahren eine beschleunigte Inbetriebnahme umweltverbessernder Änderungen im Rahmen eines Anzeigeverfahrens (Art. 12 Abs. 1) und enthält auf Vorschlag der Bundesregierung eine besondere Vorschrift für die Sanierung bestehender Industriestandorte (Art. 9 Abs. 6 Satz 3). Anlagen, die der Forschung, Entwicklung und Erprobung neuer Erzeugnisse und Verfahren dienen, bedürfen nach dem gemeinsamen Standpunkt zur IVU-Richtlinie keiner Genehmigung (Anhang I Abs. 1).

  Bestehende Anlagen müssen gemäß Art. 5 nach einer Übergangsfrist von acht Jahren den inhaltlich-materiellen Anforderungen der IVU-Richtlinie entsprechen. Es bleibt aber den Mitgliedstaaten überlassen, ob diese Anpassung durch Genehmigungen oder in anderer geeigneter Weise, beispielsweise die im deutschen Umweltrecht vorgesehenen nachträglichen Anordnungen, geschehen soll.

Beabsichtigte Maßnahmen

Der IVU-Vorschlag betrifft neben der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen eine Vielzahl

umweltrechtlicher Vorschriften, insbesondere auf den Gebieten des Immissionsschutz- und des Wasserrechts. Nach der im Jahr 1996 zu erwartenden endgültigen Verabschiedung der Richtlinie wird die Bundesregierung sorgfältig prüfen, ob und ggf. in welchem Umfang das deutsche Recht geändert werden muß, um es den Anforderungen der IVU-Richtlinie anzupassen und den integrierten Ansatz bei der Anlagenzulassung fortzuentwikeln. Hierbei wird es u. a. um die Fragen gehen, wie die Anwendung der besten verfügbaren Techniken zum Schutz von Luft, Wasser und Boden und eine effiziente Energieverwendung beim Betrieb und bei einer zügigen Zulassung von Industrieanlagen künftig sicherzustellen ist.

Die IVU-Richtlinie wird auch dazu beitragen, den medienübergreifenden Aspekt u. a. bei Auslegung und Anwendung der untergesetzlichen Vorschriften noch stärker als bisher zu berücksichtigen.

Prozeß- und produktionsintegrierte Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung werden bei der staatlichen Förderung auch zukünftig im Vordergrund stehen. Dabei werden in 1995 kleine und mittlere Unternehmen sowie Antragsteller aus den neuen Ländern bevorzugt bei der Auswahl der Förderanträge berücksichtigt und Vorhaben mit der Zielsetzung des Klimaschutzes und der Ressourcenschonung prioritär behandelt. Für Impulse für produktionsintegrierte Maßnahmen besteht in naher Zukunft in allen Branchen ein Bedarf, insbesondere unter dem Aspekt einer effizienten Energienutzung.

2.1.2.2 EG-Öko-Audit-Verordnung

Im Februar 1993 wurde vom Rat den Regierungen der Mitgliedstaaten das EG-Programm „Für eine dauerhafte und umweltgerechte Entwicklung" vorgelegt. Dieses Aktionsprogramm der EG kann als Wendepunkt der europäischen Umweltpolitik bezeichnet werden. Der Industrie wird als Verursacher von Umweltproblemen eine eigenverantwortliche Rolle zu deren Lösung übertragen. Eine der wesentlichen Aussagen des EG-Programms zum „sustainable development" ist, daß „die Industrie im Umweltbereich nicht nur einen Teil des Problems darstellen darf, sondern auch ein Teil der Lösung dieses Problems sein muß." Im ökonomischen Konzept dieses EG-Programms wird neben Abgaben und Gebühren, steuerlichen Anreizen und staatlichen Beihilfen die umweltorientierte Bilanzprüfung, das sog. Öko-Auditing als eigenständiger Maßnahmenbereich genannt. Die jetzt vorliegende Verordnung (EWG) Nr. 1836/93 des Rates vom 29. Juni 1993 über die freiwillige Beteiligung gewerblicher Unternehmen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung („EG-Öko-Audit-Verordnung") ist Ausdruck dieses neuen EG-Konzepts des betrieblichen Umweltschutzes.

Die Umweltminister der Europäischen Gemeinschaft haben mit dieser Verordnung einen Anreiz zur Einführung von betrieblichen Umweltmanagementsystemen geschaffen. Unternehmen, die sich über das geltende Recht hinaus zu einer kontinuierlichen Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes verpflichten, dürfen mit einem EG-einheitlichen Symbol auf das fortschrittliche Niveau ihres Unternehmensstandortes aufmerksam machen.

Nach dem Entwurf der Bundesregierung für ein Gesetz zur Beschleunigung und Vereinfachung immissionsschutzrechtlicher Genehmigungsverfahren soll das Öko-Audit auch Konsequenzen für das Genehmigungsverfahren haben. Die zuständige Behörde soll künftig prüfen, inwieweit bei Vorliegen einer Umwelterklärung weniger Unterlagen für das Genehmigungsverfahren als sonst üblich ausreichen. Die Bundesregierung prüft darüber hinaus, ob weitere Erleichterungen für Unternehmen an nach dem Öko-Audit-Verfahren zertifizierten Standorten möglich sind.

Die Verordnung trat zwar am 13. Juli 1993 in Kraft, kann jedoch in den Mitgliedstaaten erst ab dem 19. April 1995 angewendet werden. Diese 21monatige Frist soll einerseits den EG-Mitgliedstaaten die Gelegenheit geben, die äußeren Rahmenbedingungen (Akkreditierungssystem für Umweltgutachter sowie Registrierungsstellen der geprüften Unternehmensstandorte) zu gestalten und andererseits den Unternehmen einen Zeitraum für die betriebsinterne Umsetzung der EG-Öko-Audit-Regeln zur Verfügung stellen.

Der EG-Verordnung ist in allen Teilen verbindlich und gilt in den Mitgliedstaaten unmittelbar. Die in der EG-Verordnung hinsichtlich der Einrichtung einer zuständigen Stelle für die Zulassung und Beaufsichtigung von Umweltgutachtern und der Registrierung in geprüften Unternehmensstandorten sind in Deutschland durch das Umweltauditgesetz vom 7. Dezember 1995 umgesetzt worden.

Das Umweltauditgesetz bildet zusammen mit den ebenfalls im Dezember 1995 in Kraft getretenen Rechtsverordnungen, nämlich

- der Beleihungsverordnung,
- der Gebührenverordnung und
- der Zulassungsverfahrensverordnung

die Rechtsgrundlage für den bundeseinheitlichen Vollzug der Verordnung (EWG) Nr. 1836/93.

Folgende Grundsätze kennzeichnen die wesentlichen Ziele der Verordnung:

- Die Industrie trägt Eigenverantwortung für die Bewältigung der Umweltfolgen ihrer Tätigkeiten und sollte daher in diesem Bereich zu einem aktiven Konzept kommen.
- Ziel des Systems ist die Förderung der kontinuierlichen Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes im Rahmen der gewerblichen Tätigkeiten durch:
  - Festlegung und Umsetzung standortbezogener Umweltpolitik, Umweltprogramme und Umweltmanagementsysteme durch die Unternehmen,
  - systematische, objektive und regelmäßige Bewertung der Leistung dieser Instrumente,

– Bereitstellung von Informationen über den betrieblichen Umweltschutz für die Öffentlichkeit.

An dem System können sich bestimmte gewerbliche Unternehmen beteiligen, die eine betriebliche Umweltpolitik festlegen, die nicht nur die Einhaltung aller einschlägigen Umweltvorschriften vorsieht, sondern auch Verpflichtungen zur angemessenen kontinuierlichen Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes umfaßt. Diese Verpflichtungen müssen darauf abzielen, die Umweltauswirkungen in einem solchen Umfang zu verringern, wie es sich mit einer wirtschaftlich vertretbaren Anwendung der besten verfügbaren Technik erreichen läßt. Unter „Umweltbetriebsprüfung" (Environmental auditing) versteht die Verordnung „Ein Managementinstrument, das eine systematische, dokumentierte, regelmäßige und objektive Bewertung der Leistung der Organisation, des Managements und der Abläufe zum Schutz der Umwelt umfaßt und folgenden Zielen dient:

– Erleichterung der Managementkontrolle von Verhaltensweisen, die eine Auswirkung auf die Umwelt haben können,

– Beurteilung der Übereinstimmung mit der Unternehmenspolitik im Umweltbereich."

Die betriebliche Umsetzung der Anforderungen dieser Verordnung erfolgt auf der Ebene der vom Unternehmen ausgewählten Betriebsstandorte, d. h. die verifizierten Umwelterklärungen werden sich auf einen oder mehrere Standorte beziehen (siehe Anhang IV der Verordnung). Ein Schema enthält der Anhang zu diesem Bericht.

Die EG-Verordnung enthält Vorschriften in bezug auf die Gestaltung der Umweltpolitik, des Umweltprogramms und des Umweltmanagementsystems sowie eine Beschreibung der zu behandelnden Umweltaspekte. Diese Vorgaben sind allerdings – insbesondere bei den Umweltmedien – nicht durch „materielle" Standards fixiert. Die EG-Verordnung geht von einer eigenverantwortlichen Ausgestaltung und einer glaubwürdigen Umsetzung dieser Vorgaben durch die teilnehmenden Unternehmen aus.

Hinsichtlich der Bewertung und Registrierung der standortspezifischen Auswirkungen des Unternehmens auf die Umwelt werden folgende Aussagen von den Unternehmen erforderlich:

Prüfung und Beurteilung der Umweltauswirkungen der Tätigkeit des Unternehmens am Standort sowie Erstellung eines Verzeichnisses der Auswirkungen, deren besondere Bedeutung festgestellt worden ist. Dies schließt ggf. die Berücksichtigung folgender Sachverhalte ein:

– kontrollierte und unkontrollierte Emissionen in die Atmosphäre,

– kontrollierte und unkontrollierte Ableitungen in die Gewässer oder in die Kanalisation,

– feste und andere Abfälle, insbesondere gefährliche Abfälle,

– Kontaminierung von Erdreich,

– Nutzung von Boden, Wasser, Brennstoffen und Energie sowie anderen natürlichen Ressourcen,

– Freisetzung von Wärme, Lärm, Geruch, Staub, Erschütterungen und optische Einwirkungen,

– Auswirkungen auf bestimmte Teilbereiche der Umwelt auf Ökosysteme.

Dies umfaßt Auswirkungen, die sich ergeben aufgrund von

– normalen Betriebsbedingungen,

– abnormalen Betriebsbedingungen,

– Vorfällen, Unfällen und möglichen Notfällen,

– früheren, laufenden und geplanten Tätigkeiten.

Erforderlich ist weiterhin die Erstellung eines Verzeichnisses von Rechts- und Verwaltungsvorschriften und sonstiger umweltpolitischer Anforderungen. Die nachstehenden Gesichtspunkte sollen im Rahmen der Umweltpolitik und -programme sowie der Umweltbetriebsprüfungen berücksichtigt werden:

Beurteilung, Kontrolle und Verringerung der Auswirkungen der betreffenden Tätigkeit auf die verschiedenen Umweltbereiche;

– Energiemanagement, Energieeinsparungen und Auswahl von Energiequellen;

– Bewirtschaftung, Einsparung, Auswahl und Transport von Rohstoffen, Wasserbewirtschaftung und -einsparung;

– Vermeidung, Recycling, Wiederverwendung, Transport und Endlagerung von Abfällen;

– Bewertung, Kontrolle und Verringerung der Lärmbelästigung innerhalb und außerhalb des Standorts;

– Auswahl neuer und Änderungen bei bestehenden Produktionsverfahren;

– Produktplanung (Design, Verpackung, Transport, Verwendung und Endlagerung);

– betrieblicher Umweltschutz und Praktiken bei Auftragnehmern, Unterauftragnehmern und Lieferanten;

– Verhütung und Begrenzung umweltschädigender Unfälle;

– besondere Verfahren bei umweltschädigenden Unfällen;

– Information und Ausbildung des Personals in bezug auf ökologische Fragestellungen;

– externe Information über ökologische Fragestellungen.

Die im Anhang I D aufgeführten „Guten Managementpraktiken" enthalten u. a. Hinweise auf weitere umwelttechnische Vorgaben, die am ausgewählten Unternehmensstandort zu berücksichtigen sind:

– Die Umweltauswirkungen jeder neuen Tätigkeit, jedes neuen Produkts und jedes neuen Verfahrens werden im voraus beurteilt.

– Die Auswirkungen der gegenwärtigen Tätigkeiten auf die lokale Umgebung werden beurteilt und überwacht, und alle bedeutenden Auswirkungen dieser Tätigkeiten auf die Umwelt im allgemeinen werden geprüft.

- Es werden die notwendigen Maßnahmen ergriffen, um Umweltbelastungen zu vermeiden bzw. zu beseitigen und, wo dies nicht zu bewerkstelligen ist, umweltbelastende Emissionen und das Abfallaufkommen auf ein Mindestmaß zu verringern und die Ressourcen zu erhalten; hierbei sind mögliche umweltfreundliche Technologien zu berücksichtigen.
- Es werden notwendige Maßnahmen ergriffen, um unfallbedingte Emissionen von Stoffen oder Energie zu vermeiden.
- Es werden Verfahren zur Kontrolle der Übereinstimmung mit der Umweltpolitik festgelegt und angewandt; sofern diese Verfahren Messungen und Versuche erfordern, wird für die Aufzeichnung und Aktualisierung der Ergebnisse gesorgt.

Die von der EG-Verordnung gemäß Art. 5 geforderte Umwelterklärung für den jeweiligen Unternehmensstandort muß allerdings hinsichtlich der umweltrelevanten Tatbestände lediglich eine Zusammenfassung (Aggregierung) der Zahlenangaben über Schadstoffemissionen, Abfallaufkommen, Rohstoff-, Energie- und Wasserverbrauch und ggf. über Lärm und andere bedeutsame umweltrelevante Aspekte enthalten. Inwieweit diese Umwelterklärungen dann als Basis für branchenbezogene Daten zum Stand der Luftreinhaltung und Lärmbekämpfung dienen können, kann zum derzeitigen Stand der Umsetzung der EG-Verordnung nicht vorausgesagt werden.

Das Umweltaudit-System ist in Deutschland sehr positiv angenommen worden. In der Übergangsphase bis zum Inkrafttreten des Umweltauditgesetzes wurden bereits 51 Umweltgutacher und Umweltgutachterorganisationen vorläufig zugelassen. Dies hat bis Ende Januar 1996 bereits zu einer Registrierung von ca. 80 geprüften Unternehmensstandorten geführt.

2.1.3 Störfallvorsorge und Anlagensicherheit

2.1.3.1 Störfallkonvention und Störfallrichtlinie

Die in der ECE zusammengeschlossene Staatengemeinschaft hat am 17. März 1992 das Übereinkommen über die grenzüberschreitenden Auswirkungen von Industrieunfällen (E/ECE/1268) abgeschlossen. Die Bundesrepublik hat diese Konvention am 18. März 1992 unterzeichnet. Ende 1994 hatten 6 Staaten das Abkommen ratifiziert. Gegenstand der Vereinbarung, die in Kraft tritt, wenn 16 Unterzeichnerstaaten das Abkommen ratifiziert haben, ist die Vorsorge vor und Begrenzung bei Industrieunfällen mit grenzüberschreitenden Auswirkungen. Dabei wird der gesamte Komplex moderner Störfallvorsorgepolitik angesprochen.

Der Geltungsbereich des Abkommens bezieht sich – in Anlehnung an die EG-Richtlinie 82/501/EWG – auf ortsfeste Anlagen, in denen Stoffe ab bestimmter Mengen gehandhabt werden. Derzeit sind dafür 13 Einzelstoffe und 8 Stoffkategorien maßgeblich. In der Bundesrepublik sind nur Anlagen betroffen, die auch dem Geltungsbereich der Störfall-VO unterliegen. Da für die Anwendung des Abkommens entscheidend ist, daß von derartigen Anlagen im Störfall grenzüberschreitende Auswirkungen ausgehen müssen, schränkt sich der faktische Kreis auf die Anlagen ein, die in Grenznähe gelegen sind oder zu einem grenzüberschreitenden Oberflächengewässer Zugang haben. Das Potential für grenzüberschreitende Auswirkungen im Störfall ist im Einzelfall im Rahmen der Sicherheitsanalyse bzw. der Betrachtungen im Rahmen der Gefahrenabwehrplanung zu ermitteln. Die durch die Konvention geforderten Pflichten für Betreiber und Behörden lassen sich wie folgt darstellen (der Hinweis in Klammern bezieht sich auf den Artikel der Konvention):

- Verhinderung und Begrenzung von Störfällen (Art. 3, 6),
- Durchführung von Inspektionen (Art. 6),
- Festlegung von Verfahren zur Flächennutzung bei gefährlichen Industrieansiedlungen (Art. 7),
- Gefahrenabwehrplanung (Art. 8),
- Information und Beteiligung der Öffentlichkeit (Art. 9) inkl. Bürger fremder Staaten (Art. 9.3),
- Meldung von Störfällen (Art. 10),
- Kooperation bei Notfallmaßnahmen (Art. 11),
- gegenseitige Hilfeleistung (Art. 12),
- Informationsaustausch (Art. 15),
- Erleichterung des Austauschs einschlägiger Technologien (Art. 16).

Zu jeder Rechtsverpflichtung existiert ein z. T. umfangreicher Katalog von Mindestanforderungen (13 Anhänge), die bei der Umsetzung beachtet werden müssen. Abgerundet wird das Abkommen mit Regelungen über Verfahrensweisen bei Tätigkeiten, Fortschreibung der materiellen Pflichten der Konvention sowie umfangreiche gegenseitige Information und Hilfeleistung. Es kann im allgemeinen davon ausgegangen werden, daß in Ländern, die die EG-Richtlinie 82/501/EWG (sog. Seveso-Richtlinie) erfüllen müssen, keine substantiellen neuen Anforderungen durch die Konvention aufgestellt werden. Die Zielsetzung der Konvention ist deshalb, mehr im Bereich von Mittel- und Osteuropa zu vergleichbaren Standards hinsichtlich der Störfallvermeidungs- und Störfallbegrenzungspolitik zu kommen.

Die Seveso-Richtlinie aus dem Jahr 1982 wurde bereits 1987 und 1988 novelliert. 1987 wurden die Stofflisten und einige Mengenschwellen geändert. 1988 wurden Lageranlagen separat aufgenommen und die detaillierte Information der Bevölkerung über gefährliche Anlagen in der Richtlinie konkretisiert. Letztere Novellierung wurde in der Störfall-VO von 1991 umgesetzt. Im Berichtszeitraum wurde von der Europäischen Kommission ein Vorschlag zur Änderung der Seveso-Richtlinie (94/C 106/04 vom 4. März 1994) vorgelegt. Geplant sind neben einer neuen Struktur auch inhaltliche Erweiterungen. Lautete die ursprüngliche Überschrift der Richtlinie „Richtlinie über die Gefahren schwerer Unfälle bei bestimmten Industrietätigkeiten", so soll die neue Fassung „Richtlinie zur Abwehr der Gefahren schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen" heißen. Nachdem sich der Rat der Europäischen Union auf seiner Sitzung am 22./23. Juni 1995 auf einen Gemeinsamen Stand-

punkt geeinigt hat, steht nunmehr noch die zweite Lesung im Europäischen Parlament aus und danach die endgültige Annahme im Rat der Europäischen Union. Ausgangspunkt für diese grundlegende Neufassung der Richtlinie war eine Entschließung des Ministerrats zum 4. Aktionsprogramm für den Umweltschutz der EG aus dem Jahr 1987, in der eine effektive Umsetzung der Richtlinie, ein erweiterter Anwendungsbereich und ein intensiverer Informationsaustausch zwischen den Mitgliedsstaaten gefordert wurde. Darüber hinaus wurde in einer Entschließung des Ministerrats zum 5. Aktionsprogramm vom 1. Februar 1993 ein besseres Risiko- und Störfallmanagement gefordert.

2.1.3.2 Die störfallbezogenen Regelungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes

Das BImSchG wurde mit seiner Novelle von 1990 durch Einführung neuer Regelungen und Ermächtigungsgrundlagen zum Erlaß von Rechtsverordnungen auch zu einem Anlagensicherheitsgesetz ausgestaltet. Dazu siehe ausführlich Abschnitt 3.2.6.1 des 5. Immissionsschutzberichts.

2.1.3.2.1 Fachkunde, Zuverlässigkeit und Ausstattung von Sachverständigen

Mit § 29a Abs. 2 BImSchG wird die Bundesregierung ermächtigt, nach Anhörung der beteiligten Kreise (§ 51) durch Rechtsverordnung und Zustimmung des Bundesrates die Anforderungen an Fachkunde, Zuverlässigkeit und gerätetechnische Ausstattung von Sachverständigen für sicherheitstechnische Prüfungen zu bestimmen. In der Verordnung können ferner Regelungen über die Sammlung und Auswertung der Erfahrungen der Sachverständigen sowie deren Weiterbildung enthalten sein.

Der Länderausschuß für Immissionsschutz (LAI) hat in seiner 82. Sitzung vom 12. bis 14. Oktober 1992 Richtlinien für die Bekanntgabe und die Zulassung von sachverständigen Stellen im Bereich des Immissionsschutzes und in seiner 88. Sitzung vom 2. bis 4. Mai 1995 Richtlinien für die Bekanntgabe von Sachverständigen nach § 29a Abs. 1 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes zur Anwendung in den Ländern empfohlen (z. B. Bekanntmachung des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen vom 26. Juni 1995, MBl. NW S. 1018).

2.1.3.2.2 Technischer Ausschuß für Anlagensicherheit (TAA)

Der nach § 31a BImSchG berufene TAA hat seit seiner Konstituierung am 15. Januar 1992 zahlreiche Berichte erstellt. Hervorzuheben sind ein Leitfaden über die Rückhaltung von gefährlichen Stoffen aus Druckentlastungseinrichtungen und ein Leitfaden über das Erkennen und Beherrschen exothermer Reaktionen.

2.1.3.2.3 Störfallkommission (SFK)

Gemäß § 51a BImSchG hat sich am 15. Januar 1992 die SFK konstituiert. Seither hat dieses Gremium insbesondere folgende Berichte vorgelegt: einen Leitfaden Anlagensicherheit, einen Abschlußbericht zu Sicherheitsabständen als Schadensvorsorge sowie einen Bericht für Kriterien zur Beurteilung akzeptabler Schadstoffkonzentrationen.

Aufgabe der SFK ist es nach § 51a Abs. 2 BImSchG, gutachtlich in regelmäßigen Zeitabständen sowie aus besonderem Anlaß Möglichkeiten zur Verbesserung der Anlagensicherheit aufzuzeigen.

2.1.3.2.4 Mitteilungspflichten zur Betriebsorganisation

Gemäß § 52a Abs. 1 BImSchG ist der zuständigen Behörde bei Kapital- und Personengesellschaften anzuzeigen, welche von mehreren vertretungsberechtigten Personen die Pflichten des Betreibers der genehmigungsbedürftigen Anlage wahrnimmt, die ihm nach dem BImSchG und nach den aufgrund des BImSchG erlassenen Rechtsverordnungen und allgemeinen Verwaltungsvorschriften obliegen.

Nach § 52a Abs. 2 hat diese Person oder der Betreiber der genehmigungsbedürftigen Anlage der zuständigen Behörde mitzuteilen, auf welche Weise sichergestellt ist, daß die dem Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen und vor sonstigen Gefahren, erheblichen Nachteilen und erheblichen Belästigungen dienenden Vorschriften und Anordnungen beim Betrieb der Anlage beachtet werden. In diesem Zusammenhang sind u. a. die Maßnahmen zur Anlagensicherheit und Störfallvorsorge zu beschreiben. Dies betrifft insbesondere Angaben zur Aufbau- und Ablauforganisation mit Bezug zur Anlagensicherheit und Störfallvorsorge.

2.1.3.3 Störfall-Verordnung von 1991, Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Störfall-Verordnung von 1993 und Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Störfall-Verordnung von 1995

2.1.3.3.1 Störfall-Verordnung vom 20. September 1991

Durch Anpassung der Störfall-VO von 1988 an die Novellierung der EG-Richtlinie 82/501/EWG in der Fassung vom 24. November 1988 (88/610/EWG) war die Novellierung der Störfall-VO im Jahr 1991 erforderlich (vgl. Nr. 3.2.6.2 des 5. Immissionsschutzberichtes).

2.1.3.3.2 Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Störfall-Verordnung vom 20. September 1993

Die Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Störfall-VO (1. StörfallVwV) wurde am 23. September 1993 im Gemeinsamen Ministerialblatt (Nr. 33, S. 581) bekannt gemacht. Mit der Neufassung wurde die bestehende Fassung an die Novelle der Störfall-VO vom 20. September 1991 angepaßt. Die Verwaltungsvorschrift gibt den zuständigen Behörden vor allem durch konkrete Handlungsanweisungen und Fallbeispiele für den Vollzug wirksame Hilfen, insbesondere bei

- der Auslegung der Begriffsbestimmungen,
- der Auslegung des Anwendungsbereichs,
- der Anwendung der 500 m – Additionsregel für stoffliche Gefahrenpotentiale bei Anlagenkomplexen und

- Ausweitung von Pflichten im Einzelfall durch behördliche Anordnungen.

Mit den Formulierungen soll u. a. sichergestellt werden, daß das EG-Recht (Störfallrichtlinie 82/501/EWG) lückenlos in deutsches Recht übertragen und den zuständigen Behörden ein ausreichender Ermessensspielraum eingeräumt wird, die Störfall-VO sachgerecht und unter Berücksichtigung des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes auf die Einzelanlagen anzuwenden.

2.1.3.3.3 Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Störfall-Verordnung vom 23. Oktober 1995

Die Bundesregierung hat mit Zustimmung des Bundesrates eine Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Störfall-VO (3. StörfallVwV) erlassen, die am 1. März 1996 in Kraft getreten ist. Diese Verwaltungsvorschrift konkretisiert Anforderungen der Störfall-VO an die Maßnahmen zur Begrenzung von Störfallauswirkungen.

Die 3. StörfallVwV enthält insbesondere Grundsätze und Kriterien

- für die Aufstellung und Fortschreibung von betrieblichen Alarm- und Gefahrenabwehrplänen und deren Abstimmung mit den für Katastrophenschutz und allgemeine Gefahrenabwehr zuständigen Behörden,
- für die Einrichtung einer geschützten Kommunikationsverbindung zwischen Betreiber und zuständiger Behörde,
- an die mit der Begrenzung von Störfallauswirkungen beauftragten Personen oder Stellen,
- zur Beratung der Gefahrenabwehrbehörden und der Einsatzkräfte durch den Betreiber,
- zur Schulung des Personals anhand geeigneter Bedienungs- und Sicherheitsanweisungen,
- zur Unterweisung der Beschäftigten über die in den betrieblichen Alarm- und Gefahrenabwehrplänen enthaltenen Verhaltensregeln im Störfall und
- zur Information der Öffentlichkeit über Gefahren, die von bestimmten Anlagen ausgehen können, über Sicherheitsmaßnahmen und das Verhalten im Störfall.

2.1.3.4 Anlagensicherheitsrelevante Aspekte der Verordnungen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz

2.1.3.4.1 Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen

Zu den die Anlagensicherheit betreffenden Änderungen der o. g. Verordnung (4. BImSchV) im Berichtszeitraum:

- Mit Novellierung der Störfall-VO wurde der Anhang zur Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen geändert. Insbesondere wurde die Nr. 9 „Lagerung, Be- und Entladen von Stoffen und Zubereitungen" neu gefaßt. Diese Fassung vom 28. August 1991 wurde letztmalig unter Störfallgesichtspunkten wesentlich geändert durch die Verordnung zur Änderung der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen vom 24. März 1993 (BGBl. I S. 383).
- Mit der Neufassung der Nr. 9 Anhang zur 4. BImSchV wurden die im Anhang I der Störfall-VO von 1988 aufgeführten Lageranlagen übernommen und hinsichtlich ihrer Mengenschwellen der EG-Richtlinie 88/610/EWG angepaßt. So erscheint i. d. R. als Beginn der Genehmigungspflicht (Spalte 2 des Anhangs zur 4. BImSchV) die Mengenschwelle aus der EG-Richtlinie, an der der Geltungsbereich beginnt.
- Mit Ausnahme der Nrn. 9.1 und 9.2 bezieht sich das Genehmigungserfordernis auf das Lagern der Stoffe und Zubereitungen unabhängig vom Behältnis, d. h., alle Formen, ob in Behältern, Säcken, Fässern oder als Schüttgüter, unterliegen der Genehmigungspflicht. Bei den Stoffen und Zubereitungen der Nrn. 9.1 und 9.2 erstreckt sich das Genehmigungserfordernis nur auf die Lagerung in Behältern. Damit wird klargestellt, daß insbesondere die Untertagelagerung in Kavernen keine Genehmigungspflicht nach dem BImSchG auslöst. Derartige Anlagen unterliegen dem Bergrecht.
- Die im Zusammenhang mit der Einordnung von Stoffen und Stoffkategorien in der Störfall-VO angewandte Spezialitätenregelung findet ihre analoge Anwendung in der Nr. 9 des Anhangs zur 4. BImSchV (§ 2 Abs. 2). So ist beispielsweise die Lagerungsbezeichnung „Acrylnitril" Nr. 9.3 als die speziellere anzusehen im Vergleich zur Lagerung von Stoffgruppen der Nrn. 9.1, 9.2, 9.9, 9.34, 9.35. Bei der Lagerung eines Stoffes oder einer Zubereitung, die in der Nr. 9 nicht einem gesondert genannten Stoff zugeordnet werden kann, gilt folgendes:
  - Verhältnis Nr. 9.1 zu Nrn. 9.34/9.35, Nr. 9.9 zu Nrn. 9.34/9.35

    Entscheidend für z. B. Nr. 9.1 ist die Eigenschaft, ein brennbares Gas zu sein. Entscheidend für Nr. 9.34 ist die Eigenschaft „sehr giftig"; entscheidend für Nr. 9.35 sind die Eigenschaften „sehr giftig", „giftig", „brandfördernd" oder „explosionsgefährlich". Es handelt sich also um verschiedenartige Eigenschaften. Sollte ein Stoff mehrere Eigenschaften erfüllen (z. B. sowohl brennbar im Sinne der Nr. 9.1 wie sehr giftig im Sinne von Nr. 9.34 sein), ist die geringere Mengengrenze maßgebend (also 2 t nach Nr. 9.34 statt 3 t nach Nr. 9.1).
  - Verhältnis Nr. 9.2 zu Nrn. 9.34/9.35

    Es gilt das oben Ausgeführte sinngemäß. Da jedoch viele Mineralölerzeugnisse auch als „sehr giftig", „giftig", „brandfördernd" oder „explosionsgefährlich" nach der Gefahrstoff-Verordnung eingestuft werden können, gilt diese Einstufung als die speziellere, d. h. es ist die Nr. 9.34 bzw. Nr. 9.35 anzuwenden. Dabei ist auf eine Besonderheit hinzuweisen:

    Maßgeblich für die Zuordnung innerhalb eines Stoffs ist gemäß EG-Richtlinie (88/610/EWG) seine Einstufung, nicht die Kennzeichnung. Diese Differenzierung ist bei krebserzeugen-

den, erbgutverändernden und fruchtschädigenden Stoffen sowie bei Stoffen mit Verdacht auf entsprechende Wirkung sehr wichtig. So wird nach Nr. 1.1.3.1 des Anhangs I der Gefahrstoff-Verordnung ein krebserzeugender Stoff als krebserzeugend eingestuft und mit dem R-Satz „R 45" versehen, aber mit dem Gefahrensymbol und der Gefahrenbezeichnung „giftig" (T, Totenkopf) gemäß Anhang I Nr. 1.2 der Gefahrstoff-Verordnung gekennzeichnet. Die Kennzeichnung ist jedoch nicht entscheidend.

Entsprechendes gilt für die Lagerung von z. B. Otto-Kraftstoffen. Obgleich sie aufgrund ihres Gehaltes an Benzol oder Methanol mit dem Gefahrenmerkmal „giftig" gekennzeichnet werden müssen, wird die „Zubereitung Otto-Kraftstoff" aufgrund einer Sonderregelung nicht als „giftig" eingestuft. Somit gilt die Vorschrift zur Lagerung nach Nr. 9.2.

- Bezüglich der Anwendung der Störfall-VO auf die Lagerung von leicht entzündlichen Flüssigkeiten gilt folgendes: Bei
  - Lagerung von Mineralölerzeugnissen, die einen Flammpunkt unter 21 °C haben und deren Siedepunkt bei Normaldruck (1013 mbar) über 20 °C liegt (Nr. 9.2 a Spalte 2)
  - Lagerung von Methanol (Nr. 9.2 b Spalte 2)

  besteht die Genehmigungspflicht ab einem Inventar von 5 000 t. Ab 50 000 t wird eine Sicherheitsanalyse verlangt. Bei der Lagerung aller übrigen Mineralöle bzw. flüssiger Mineralölerzeugnisse (z. B. Heizöle, Erzeugnisse, die nach der Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF) mit A II, III eingestuft sind) gilt die Störfall-VO nicht.
- Die Lagerung von Erzeugnissen mit Stoffgehalt (gefüllte Feuerzeuge, Spraydosen, pyrotechnische Gegenstände, Munition) ist hinsichtlich der mit brennbaren Gasen gefüllten Behältnisse durch die Neufassung der Nr. 9.1 vom 24. März 1993 (BGBl. I S. 383) geklärt. Da eine entsprechende ausdrückliche Regelung für Munition, pyrotechnische Gegenstände fehlt, ist davon auszugehen, daß die Lagerung explosionsgefährlicher Stoffe in Behältnissen von Nr. 9.35 erfaßt wird.

2.1.3.4.2 Verordnung über Immissionsschutz- und Störfallbeauftragte

Aufgrund der §§ 58 a bis d BImSchG wurde das Institut des Störfallbeauftragten neu geschaffen. Mit Neufassung der o.g. Verordnung (5. BImSchV) vom 30. Juli 1993 (BGBl. I S. 1433) wurde die Verordnung über Immissionsschutzbeauftragte auf den „Störfallbeauftragten" erweitert. Dabei sind die bewährten Grundsätze für die Tätigkeit des Immissionsschutzbeauftragten auf den Störfallbeauftragten übertragen worden.

Die wesentlichen die Anlagensicherheit betreffenden Änderungen sind:

- Mit der Neufassung der 5. BImSchV wurden die Anforderungen an den Störfallbeauftragten und der Kreis der Anlagen, in denen ein solcher bestellt werden muß, festgelegt.
- Nach § 1 Abs. 2 der 5. BImSchV müssen Betreiber von Anlagen nach § 1 Abs. 2 der Störfall-VO einen Störfallbeauftragten bestellen. In der Regel sind dies die Anlagen, bei denen die erweiterten Pflichten der Störfall-VO zu erfüllen sind.
- Immissionsschutz- und Störfallbeauftragte können in einer Person zusammengefaßt werden. Maßstab ist hierbei die Beurteilung, inwieweit die gesetzlichen Aufgaben erfüllt werden können. Sinn der Vorschrift ist, die Situation insbesondere bei kleinen Betrieben zu berücksichtigen.
- Auf Anordnung (Einzelfallprüfung) kann die zuständige Behörde insbesondere bei großen Anlagen die Bestellung mehrerer Immissionsschutz- oder Störfallbeauftragter anordnen. Maßstab hierfür ist wieder die Beurteilung, inwieweit die gesetzlichen Aufgaben erfüllt werden können. Diese sind für den Immissionsschutzbeauftragten in § 54, für den Störfallbeauftragten in § 58 b BImSchG abschließend festgelegt.

  Bei Konzernbetrieben ist die Bestellung eines gemeinsamen Immissionsschutz- bzw. Störfallbeauftragten unter bestimmten Umständen (§ 4) zulässig.
- Bei eigenständigen Lageranlagen nach Anhang I Teil 2 der Störfall-VO können nach § 5 Abs. 2 der 5. BImSchV auch nicht betriebsangehörige Störfallbeauftragte bestellt werden. Diese Regelung ist insbesondere für kleinere Läger, z. B. Flüssiggasläger, Läger nach Nrn. 9.34, 9.35 der 4. BImSchV, bedeutsam.

2.1.3.4.3 Verordnung über das Genehmigungsverfahren

Die Beschlüsse zur Beschleunigung des Genehmigungsverfahrens haben zur Anpassung der 9. BImSchV in der Fassung vom 20. April 1993 (BGBl. I S. 494) geführt.

Die wesentlichen die Anlagensicherheit betreffenden Änderungen sind:

- In den bei einem Genehmigungsverfahren einzureichenden Unterlagen sind, neben den allgemeinen Angaben zur Anlage und ihrer Emissionen im Normalbetrieb, auch Angaben über mögliche Freisetzungen oder Reaktionen bei Störungen im Verfahrensablauf zu machen (§ 4 a Nr. 5). Weiterhin sind nach der Nr. 2 des § 4 b Angaben zum Schutz der Allgemeinheit, der Nachbarschaft vor sonstigen Gefahren, erheblichen Nachteilen und erheblichen Belästigungen darzulegen. Diese Darlegung bezieht sich auf die vorgesehenen organisatorischen und technischen Maßnahmen zur Verhinderung von Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebs sowie zur Begrenzung der Auswirkungen, die sich daraus ergeben können. Diese Angaben sind für alle Anlagen erforderlich. Eine Einschränkung auf Anlagen, die der Störfall-VO unterliegen, besteht nicht. Sinn dieser Angaben ist es einerseits, den Beteiligten am Genehmigungsverfahren zu ermöglichen, sich über mögliche Auswirkungen ein Bild zu machen, andererseits die Behörde in die Lage zu versetzen, ggf. im Sinne einer Einzelfallprüfung nach § 1 Abs. 3 einzelne oder alle Pflichten der Störfall-VO aufzuerlegen.

- Unterliegt die Anlage auch der Störfall-VO mit allen Pflichten, ist dem Genehmigungsantrag eine Sicherheitsanalyse zwingend beizulegen. Erfolgt das Genehmigungsverfahren aufgrund wesentlicher Änderungen an der Anlage (Genehmigungsverfahren nach § 15 BImSchG), so ist eine Sicherheitsanalyse nur dann beizufügen, wenn sich die wesentliche Änderung auf sicherheitstechnisch bedeutsame Anlagenteile (vgl. dazu Nr. 3.2.3. der 2. StörfallVwV) bezieht. Die Sicherheitsanalysen müssen nicht beigefügt werden, wenn die zuständige Behörde vorab eine Ausnahme nach § 10 Störfall-VO schriftlich zusagt.
- Zur Prüfung der im Rahmen des Genehmigungsverfahrens vorgelegten Sicherheitsanalyse sind in der Regel Sachverständigengutachten einzuholen (§ 13). Die Kosten trägt der Antragsteller.

2.1.3.5 LAI-Richtlinie zu § 11 der Störfall-Verordnung und ZEMA (Zentrale Melde- und Auswertestelle für Störfälle)

Zur wirksameren Umsetzung der Störfall-VO und besseren systematischen Erfassung von meldepflichtigen Ereignissen erarbeitete der LAI 1993 die Richtlinie zur Erfassung, Aufklärung und Auswertung von Störfällen und Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebs im Sinne der Störfall-Verordnung und beschloß, diese zur einheitlichen Durchführung durch seine Mitglieder zu empfehlen. Die Richtlinie enthält u. a. Erläuterungen zu meldepflichtigen Ereignissen, Mitteilung der Ereignisse sowie deren Weiterleitung und in diesem Zusammenhang die Aufgaben der zuständigen Behörden und Stellen.

Die zuständigen obersten Landesbehörden leiten sämtliche o.g. Mitteilungen des Betreibers nach § 11 Abs. 2 und 3 in Verbindung mit Anhang V der Störfall-VO sowie die durch die zuständige Behörde vorgenommene Ergänzung und Bewertung an das Bundesumweltministerium zur bundesweiten Erfassung und Auswertung bei der 1993 eingerichteten Zentralen Melde- und Auswertestelle für Störfälle (ZEMA) im Umweltbundesamt weiter.

Die Aufgaben der ZEMA sind:

- Erfassung der o. g. Mitteilungen nach § 11 Störfall-VO.
- Weiterleitung dieser Mitteilungen an die zuständigen Behörden aller Bundesländer und die Bundesanstalt für Arbeitsschutz.
- Unterrichtung des LAI und des LASI (Länderausschuß für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik).
- Erstellung von anonymisierten Berichten und Vorschlägen zur Fortschreibung des Standes der Sicherheitstechnik. Diese Berichte werden allen interessierten Kreisen zur Verfügung gestellt und sind grundsätzlich öffentlich.
- Vorbereitung der Berichte der Bundesregierung an die Kommission der Europäischen Union gemäß EG-Richtlinie 82/501/EWG.
- Erfassung und Auswertung von relevanten internationalen Ereignissen sowie die Erstellung daraus resultierender Kurzberichte zur Entwicklung des Standes der Sicherheitstechnik, die allen Interessenten zur Verfügung gestellt werden.
- Weiterleitung dieser Kurzberichte an die zuständigen Landesbehörden sowie die Bundesanstalt für Arbeitsschutz.
- Jährliche Berichterstattung in Form eines Jahresberichtes über Störfallauswertungen.
- Informationsaustausch mit anderen nationalen und internationalen Stellen oder Institutionen, die Unfall-/Störfallerfassung und -auswertung betreiben.
- Erstellung und Fortschreibung einer aktuellen Liste der Ansprechpartner der Länder.

Die ZEMA hat auf der Grundlage der Mitteilungen einen ersten zusammenfassenden Bericht für die Jahre 1980 bis 1992 herausgegeben und veröffentlicht seit 1993 regelmäßige Jahresberichte.

2.2 Abfallvermeidung im Anlagenbereich und rationelle Energienutzung in der Industrie

2.2.1 Abfallvermeidung im Anlagenbereich

2.2.1.1 Pflicht zur Reststoffvermeidung und -verwertung

Nach der Grundpflicht des § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG sind genehmigungsbedürftige Anlagen so zu errichten und zu betreiben, daß Reststoffe vermieden werden, es sei denn, sie werden ordnungsgemäß und schadlos verwertet, oder, soweit Vermeidung und Verwertung technisch nicht möglich oder unzumutbar sind, als Abfälle ohne Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit beseitigt. Diese Grundpflicht dient dazu, bereits das Entstehen von Industrie- und Gewerbeabfällen und von Prozeßabwässern zu begrenzen.

Soweit diese Stoffe nicht vermieden werden, kann eine Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb einer Anlage auch erteilt werden, wenn sichergestellt ist, daß diese Stoffe ordnungsgemäß und schadlos verwertet werden.

Genehmigungsbedürftige Anlagen dürfen auch ohne Verwertung der anfallenden Reststoffe errichtet und betrieben werden, wenn feststeht, daß sowohl die Vermeidung als auch die Verwertung dieser Stoffe technisch nicht möglich ist oder daß beide Alternativen für den Anlagenbetreiber unzumutbar sind und wenn gleichzeitig sichergestellt ist, daß eine gemeinwohlverträgliche Beseitigung dieser Abfälle durch eine entsprechende Nachbehandlung oder eine zulässige Ablagerung (Deponierung) bzw. Abwassereinleitung möglich ist.

Maßnahmen, die zu unlösbaren Abfallproblemen führen, sind grundsätzlich nicht genehmigungsfähig.

Die Reststoffvorschrift nach § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG gilt als dynamische Grundpflicht auch für bestehende Anlagen. Die immissionsschutzrechtliche Überwachung nach § 52 Abs. 1 BImSchG ist anlagenbezogen und erstreckt sich auf die Prüfung aller technischen und organisatorischen Maßnahmen zur

Einhaltung dieser Grundpflicht beim Betrieb der Anlage und nur bis zur Prüfung, ob der Anlagenbetreiber die anfallenden Reststoffe einer ordnungsgemäßen und schadlosen Verwertung bzw. der gemeinwohlverträglichen Beseitigung außerhalb der Anlage zugeführt hat.

Die Überwachung des Verwerters bzw. des Beseitigers und wie die Verwertung bzw. Beseitigung von Abfällen durch den hierfür Verantwortlichen durchgeführt wird, ist der stoffbezogenen abfallrechtlichen Überwachung vorbehalten.

Mit der Reststoffvermeidungs- und verwertungspflicht besteht ein medienübergreifender Ansatz für die behördliche Prüfung im Genehmigungsverfahren und bei bestehenden Anlagen im Überwachungsverfahren, der hohe verfahrensrechtliche und fachtechnische Anforderungen an die Immissionsschutzbehörden stellt. Zur Sicherstellung einer einheitlichen Auslegung der Reststoffvorschrift des BImSchG wurde zunächst eine norminterpretierende und Verfahrensregelungen enthaltende Musterverwaltungsvorschrift erarbeitet, die vom LAI bereits im Oktober 1988 verabschiedet wurde und die durch entsprechende Ländererlasse weitgehend in der Verwaltungspraxis Anwendung findet.

Um die Einhaltung der Reststoffvermeidungs- und -verwertungspflicht bei der Prüfung der Anträge auf Erteilung einer Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb einer Anlage (§ 6 BImSchG) und zur wesentlichen Änderung (§ 15 BImSchG) stärker sicherzustellen, wurden in der Novelle der 9. BImSchV vom 29. Mai 1992 Inhalt und Umfang der erforderlichen Antragsunterlagen speziell zur Erfüllung der Reststoffvorschrift in § 4c der Verordnung wesentlich erweitert und konkretisiert.

2.2.1.2 Änderungen durch das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz

Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (Krw-/AbfG) wird nach einer Übergangsfrist von 2 Jahren am 7. Oktober 1996 in Kraft treten. Mit dem Zentralbegriff „Abfall" und mit den Begriffsbestimmungen in § 3 Krw-/AbfG in Verbindung mit den Anhängen I (Abfallgruppen), II A (Beseitigungsverfahren) und II B (Verwertungsverfahren) setzt das neue Abfallrecht auch die EG-Abfallrahmenrichtlinie 91/156/EWG in begrifflicher Hinsicht voll um. Durch die Vorschrift des Art. 2 des Gesetzes zur Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen wird auch der bisherige Begriff „Reststoffe" durch den Begriff „Abfälle" ersetzt; die Vorschrift des § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG bleibt im übrigen unverändert.

Die Schnittstellen zwischen dem anlagenbezogenen Immissionsschutzrecht und dem stoffbezogenen neuen Abfallrecht werden in § 9 Krw-/AbfG (Grundpflichten der Anlagenbetreiber) neu bestimmt.

§ 9 Satz 1 Krw-/AbfG bestimmt, daß die Pflichten zur Abfallvermeidung, -verwertung und -beseitigung im Bereich der genehmigungsbedürftigen und nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen Gegenstand der immissionsschutzrechtlichen Betreiberpflichten sind. Nach § 9 Satz 1 Krw-/AbfG stellt die Grundpflicht nach § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG eine spezialgesetzliche Ausprägung der allgemeinen Abfallerzeuger- und Abfallbesitzerpflichten des Krw-/AbfG dar.

Die notwendige Verzahnung der speziellen anlagenbezogenen Pflicht des § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG zu den stoffbezogenen materiellen Anforderungen des Krw-/AbfG erfolgt durch § 9 Satz 2 und 3 Krw-/AbfG.

§ 9 Satz 2 Krw-/AbfG stellt klar, daß die abfallspezifischen stoffbezogenen Anforderungen an die Art und Weise der Verwertung und Beseitigung von Abfällen (z. B. die Prüfung des Vorranges der Verwertung) den Vorschriften und Maßnahmen des Krw-/AbfG zu entnehmen sind.

Dagegen können nach § 9 Satz 3 Krw-/AbfG abfallspezifische stoffbezogene Anforderungen des Krw-/AbfG an die sogenannte „anlageninterne Verwertung" von Abfällen (beispielsweise mittels Nebeneinrichtungen genehmigungsbedürftiger Anlagen) nur durch Rechtsverordnungen nach §§ 6 Abs. 1 und 7 Krw-/AbfG festgelegt werden.

Inwieweit der Verordnungsgeber von den Ermächtigungen zum Erlaß von Rechtsverordnungen nach §§ 6 Abs. 1 und 7 Krw-/AbfG Gebrauch machen wird, um abfallspezifische stoffbezogene Anforderungen im Zusammenhang mit Anlagen festzulegen, ist derzeit noch nicht abzusehen.

2.2.1.3 Durchführung des § 5 Abs. 1 Nr. 3 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes

Der LAI hat einen ad-hoc-Arbeitskreis unter Beteiligung von Beauftragten der sechzehn Umweltministerien der Länder, des Bundesumweltministeriums und des Umweltbundesamtes mit der Aufgabe betraut, schrittweise für bedeutende genehmigungsbedürftige Anlagentypen die rechtlich und tatsächlich möglichen Vermeidungs- und Verwertungsmaßnahmen für alle relevanten Reststoffarten als Technisches Regelwerk für den bundeseinheitlichen Vollzug zu ermitteln.

Der LAI-Arbeitskreis zur Reststoffvermeidung und -verwertung stützt sich vor allem auf vorliegende Vollzugserfahrungen der Länder, eingeholte Sachverständigengutachten, Vorarbeiten und Informationen der beteiligten Verbände, Ergebnisse der Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben und Demonstrationsprojekten zur Reststoffvermeidung und -verwertung sowie auf vorliegende Technische Regeln und Merkblätter, beispielsweise die der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA).

Der LAI hat zahlreiche Musterverwaltungsvorschriften erarbeitet, die verbindlich werden, sobald das jeweilige Land sie in Kraft setzt.

Zur Gewährleistung der notwendigen Verknüpfung zwischen den anlagenbezogenen immissionsschutzrechtlichen Anforderungen gemäß § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG und den jeweiligen stoffbezogenen Anforderungen werden Stellungnahmen der LAGA, der Länderarbeitsgemeinschaft Boden (LABO) und der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) eingeholt.

Ständige Beauftragte von LAGA, LABO und LAWA sind im LAI-Arbeitskreis vertreten und koordinieren notwendige Abstimmungen.

Ergebnisse dieses LAI-Arbeitskreises liegen inzwischen vor.

Zunächst erfolgte die Erarbeitung einer anlagentypbezogenen Reststoffliste mit Bezeichnung und Anfallort der relevanten Reststoffarten und die Einstufung der genehmigungsbedürftigen Anlagen nach Prioritäten, insbesondere nach Art und Menge der Reststoffe.

Auf dieser Grundlage wurden die Musterverwaltungsvorschriften ausgearbeitet, die u. a. die Voraussetzungen für die Vermeidung bzw. Verwertung und den Anwendungsbereich der technisch möglichen Maßnahmen konkretisieren, ferner notwendige Begriffsbestimmungen und Auslegungshinweise sowie Qualitätsanforderungen und Richtwerte zur Beurteilung der Umweltverträglichkeit enthalten.

2.2.2 Rationelle Energienutzung in der Industrie

Das nationale Klimaschutzprogramm der Bundesregierung beinhaltet das anspruchsvolle Ziel, die CO_2-Emissionen bis zum Jahr 2005 um 25%, bezogen auf das Jahr 1990, zu mindern. Dieses Ziel erfordert sowohl die konsequente Umsetzung bereits in Kraft gesetzter Regelungen als auch den Einsatz weiterer Maßnahmen wie z. B. Selbstverpflichtungen oder zielorientierte Ergänzungen des Steuersystems. Der rationellen Energienutzung bzw. der konsequenten Energieeinsparung in der Industrie kommt daher hohe Bedeutung zu.

Die Bundesregierung will derzeit die freiwillige Selbstverpflichtung der deutschen Wirtschaft zur Klimavorsorge nutzen. Die deutsche Wirtschaft hatte bereits 1991 ein Initiativpapier für eine weltweite Klimavorsorge vorgelegt und die Europäische Kommission und die Bundesregierung aufgefordert, freiwilligen, effizienten, wirtschaftlichen und wettbewerbsverträglichen Maßnahmen den Vorrang vor ordnungsrechtlichen und steuerlichen Reglementierungen zu geben. Daraufhin wurden unter Beteiligung des Bundesverbandes der Deutschen Industrie 1993 intensive Gespräche mit sieben Branchenverbänden, VDEW und BGN geführt.

Ein konkretes Angebot der deutschen Wirtschaft zur Klimavorsorge und zur deutlichen CO_2-Minderung wurde im März 1995 vor der 1. Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention in Berlin vorgelegt. Kern dieser Erklärung der deutschen Wirtschaft ist die Bereitschaft, „auf freiwilliger Basis ... besondere Anstrengungen zu unternehmen, ihre spezifischen CO_2-Emissionen bzw. den spezifischen Energieverbrauch bis zum Jahr 2005 (Basis 1987) um bis zu 20% zu verringern."

Diese Selbstverpflichtungserklärung der deutschen Wirtschaft kann als ein Schritt auf dem von der Bundesregierung in der Koalitionsvereinbarung vorgezeichneten Weg zu mehr Eigenverantwortung der Wirtschaft bewertet werden.

Der durch die deutsche Wirtschaft in Übereinstimmung mit der Bundesregierung vorgeschlagene Weg könnte Sparpotentiale erschließen, die staatlichen Einzelinstrumenten nicht zugänglich wären. Ein Erfolg dieses nationalen Weges könnte darüber hinaus Vorbildwirkung für andere Staaten besitzen. Dazu ist es erforderlich, daß die Wirtschaft die abgegebene Erklärung mit Nachdruck umsetzt und bereits in wenigen Jahren Erfolge vorweisen kann, die nachweisbar Ergebnis besonderer Anstrengungen sind. Die Glaubwürdigkeit dieses Weges und damit die Zurückstellung ordnungsrechtlicher Maßnahmen hängen auch davon ab, daß diese Erfolge nachvollziehbar und transparent sind.

Das Verfahren des Monitoring, dem sich alle beteiligten Verbände unterziehen wollen, ist deshalb in Durchführung und Ergebnisdarstellung diesem Ziel entsprechend zu gestalten. Dazu sind die Ausgangsbedingungen der einzelnen Branchen, die zugrundegelegten Entwicklungsszenarien und die besonderen Maßnahmen von den Verbänden zu konkretisieren und zu erläutern.

Die Erklärungen der einzelnen Branchen enthalten Verpflichtungen und Maßnahmen von unterschiedlicher Art und Umfang. Es ist davon auszugehen, daß eine zielführende CO_2-Minderung der verschiedenen Mitgliedsunternehmen unterschiedliche Maßnahmen erfordert, um die erklärten besonderen Anstrengungen deutlich zu machen.

Die Erklärungen der deutschen Wirtschaft und die Einzelerklärungen der Verbände bedürfen – wie zugesagt – der regelmäßigen Berichterstattung. Für die Prüfung der Einhaltung der Selbstverpflichtungen wird derzeit von Bundesregierung und Wirtschaft ein belastbarer, transparenter Monitoringmechanismus erarbeitet.

Ein vorliegender Entwurf einer Wärmenutzungsverordnung nach § 5 Abs. 1 Nr. 4 und Abs. 2 BImSchG wurde zunächst zurückgestellt.

Maßnahmenkonzepte für einen rationelleren Energieeinsatz

Maßnahmen der rationellen Energienutzung bewirken Betriebskostensenkungen und verringern Umweltbelastungen. Sie erfordern Kapitaleinsatz und wirken auf die Gestaltung von Fertigungstechnologien und Produkteigenschaften ein. Die Optimierung des Energieeinsatzes betrifft nicht nur eine Anlage, sondern wirkt sich auf den Standort aus. Daher wird für den Betreiber eine sorgfältige und gründliche Untersuchung zum Energieeinsatz zunehmend an Bedeutung gewinnen, wenn Neuanlagen errichtet und in bestehende Betriebe einzugliedern sind oder die Erneuerung vorhandener Anlagen oder Betriebsstätten geplant wird. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund der Umsetzung der EG-Öko-Audit-Verordnung, der Umsetzung der Selbstverpflichtung der Wirtschaft zur Klimavorsorge und des IVU-Richtlinienvorschlags.

Wärmenutzungskonzepte sollen als integrierendes Instrument aller Aspekte der rationellen Energienutzung für Anlagen, in Betrieben und in Kooperation

mit Dritten aus einer Bestandsaufnahme der relevanten Fakten technische Lösungen für Anlagen, Unternehmen und Kooperationslösungen der Energienutzung entwickeln, die den Anforderungen an Wirtschaftlichkeit, Umweltschutz einschließlich Klimaschutz und Ressourcenschonung gleichermaßen entsprechen.

Im Rahmen eines Forschungsvorhabens wird ein Leitfaden für die Erstellung von Wärmenutzungskonzepten einschließlich der Darstellung eines Verfahrens zur energetischen Prozeßintegration (Pinch Point-Analyse) für einen Standort erarbeitet.

Für die Schaffung einer breiteren Informationsbasis ist vorgesehen, im Rahmen eines Forschungsvorhabens Kennwerte des industriellen Energieverbrauchs für Anlagen, Herstellungsverfahren und Erzeugnisse zu ermitteln.

Die Realisierung von Maßnahmen für einen rationelleren Energieeinsatz wird erleichtert durch folgende Bedingungen:

- Frühzeitige Einbindung von Herstellern und Experten bei der Planung und Auslegung der Anlagen oder Komponenten,
- ausreichende Meßeinrichtungen für neue und bestehende Anlagen,
- Information der Belegschaft über die geplanten Maßnahmen,
- rechtzeitige Vorbereitung der von den Maßnahmen betroffenen Abteilungen,
- Forderung von Gewährleistung und Garantien bezüglich des Energieverbrauchs bei Ausschreibung und Bestellung.

Die Koordination der Umsetzung der ausgewählten Maßnahmen durch den Ersteller des Wärmenutzungskonzeptes vermeidet den Wissens- und Informationsverlust bei der Übertragung dieser Aufgaben auf weitere Firmen.

Die Bundesregierung fördert im Rahmen ihres Investitionsprogramms zur Verminderung von Umweltbelastungen (siehe Abschnitt 3.1.2.4) modellhafte Projekte zur Anwendung von Maßnahmen des rationellen Energieeinsatzes. Im folgenden sind Beispiele der Realisierung von Wärmenutzungskonzepten in Industrieanlagen dargestellt:

- „Mehrfach-Energienutzung zur integralen, medienübergreifenden Ver- und Entsorgung eines Textilbetriebes", ein Demonstrationsprojekt zur betrieblichen Abwärmenutzung und zum integrierten Umweltschutz. Nicht nur werden die Ressourcen Energie und Wasser geschont, sondern auch Umweltbelastungen auf dem Abwasser- und Abluftpfad weitgehend vermieden. Der Lösungsansatz ist im wesentlichen neben der konsequenten Abwärmenutzung durch die Komponenten Eigenstromerzeugung mit schrittweiser Energieabschöpfung, Abwasserverdampfung mit Schlammbehandlung, Prozeßwasserrecycling, Abgaswäsche sowie der Nutzung eines Abwärmerestanteils für externe Bedarfsträger gekennzeichnet. Die öffentliche Kläranlage wird von Prozeßabwässern gänzlich entlastet, die Abluftemissionen werden durch Wäscher deutlich vermindert und Wertstoff für den Produktionsprozeß zurückgewonnen. Im einzelnen wird z. B. die bei der eigenen Stromerzeugung anfallende Abwärme unter anderem für die Reinigung des Schmutzwassers wieder eingesetzt. Energie wird auch dadurch eingespart, daß die Turbinenabgaswärme für textile Trocknungsprozesse verwendet wird. Die bei der Wasseraufbereitung anfallenden Schlämme werden getrocknet und zu Briketts verarbeitet. In diesem Fall ergibt sich eine Verringerung des Primärenergieverbrauchs um 13 % (trotz der Abwassereindampfung) und des Wasserverbrauchs um 92 %. Dies entspricht einer Einsparung von 145 000 m^3 Wasser pro Jahr. Die SO_2-Emissionen nehmen um 98 %, die NO_x-Emissionen um 55 % und die CO_2-Emissionen um 40 % ab.
- „Mehrfach-Abwärmenutzung und thermische Reststoffverwertung bei der Herstellung von Holzfaserplatten". Dieser Anwendungsfall zeigt, daß sich durch das Umsetzen einer die gesamte Anlage umfassenden energetisch optimierten, vernetzten Konzeption von Energieversorgung, Wärmenutzung und Emissionsminderung beträchtliche Umweltentlastungen bei gegebener Wirtschaftlichkeit erreichen lassen. Die Konzeption umfaßt die Versorgung mit Strom und Wärme, anlageninterne Maßnahmen zur Energieeinsparung und Wärmenutzung, die Substitution fossiler Energieträger durch die energetische Nutzung anfallender Produktionsreststoffe und die Minderung prozeßspezifischer Emissionen.

  Die wichtigsten Vorhaben sind:

  - Kraft-Wärme-Kopplung auf der Basis eines Gasturbinenkompaktmoduls mit Dampfeindüsung zur NO_x-Minderung,
  - mit dem Produktionsreststoff Holzstaub befeuerte Hochdruckdampferzeugung mit nachgeschalteter mehrstufiger Entnahme-Gegendruckturbine zur Stromerzeugung und Versorgung interner Wärmeverbraucher (Verwaltungsgebäude, Fertigungshallen und Anlagen),
  - Rauchgasführung des Dampferzeugers durch einen nachgeschalteten Holzspänetrockner zur energetischen Nutzung der Abgaswärme und damit teilweisen Substitution von Heizöl bzw. Braunkohlestaub,
  - Vorwärmung der Frischluft für den Trockner der MDF-Anlage (Mitteldichte Faserplatten) durch Nutzung der Trocknerabgaswärme mit einem Rekuperativwärmetauscher,
  - Nutzung der Restwärme des MDF-Trocknerabluftstromes durch Einleitung in einen großflächigen Biofilter zur Abscheidung von Formaldehyd,
  - Nutzung der Wärme der Pressenabluft des Spanplattenwerkes mittels eines Regenerativwärmetauschers für Heizungszwecke,
  - Elektrofilter mit nachgeschaltetem Wäscher zur Entstaubung der Abgase des Dampferzeugers und der Mittel- und Deckschichttrockner sowie zur Minderung der Geruchsemissionen.

In dem Demonstrationsprojekt ergeben sich ein um 30% niedrigerer Verbrauch an fossilen Energieträgern und folgende Umweltentlastungen:

– Minderung der Schadstoffemissionen:

  CO_2: 35%
  SO_2: 72%
  NO_x: 39%
  CO: 61%
  Staub: 95%,

– drastische Verringerung der Geruchsemissionen,

– Verringerung der auf Deponien zu verbringenden Holzreststoffe um 75%,

– Verringerung des Abwasseranfalls um 5%.

– „Gas- und Dampfturbinen(GUD)-Anlage für die Strom-, Wärme- und Kälteversorgung eines Druckereibetriebes". Neben der primärenergieeinsparenden und daher umweltentlastenden Kraft-Wärme-Kopplung werden Absorptionskältemaschinen zur Erzeugung von Prozeßkälte eingesetzt. Diese substituieren die vorher in der elektromechanischen Kälteanlage verwendeten klimaschädlichen FCKW und verwenden statt des hochwertigen Stroms niederwertige Wärme, die im Sommer vermehrt zur Verfügung steht wie auch der Kältebedarf im Sommer höher ist. Dadurch kann die Kraft-Wärme-Kopplungsanlage ganzjährig gleichmäßig ausgelastet werden bei vollständiger Dekung des Wärme- und Kältebedarfes. Der Primärenergiebedarf des Betriebes wird um 35% und die Energieverluste bis zur Nutzenergie werden von 54 auf 29% reduziert. Unter Berücksichtigung weiterer anlageninterner Wärmenutzungsmaßnahmen werden die CO_2-Emissionen des Betriebes um mehr als 50% reduziert.

Die praktischen Lösungen machen deutlich, daß sich durch produktionsintegrierte und von Wärmenutzungskonzepten abgeleitete Energieeinspar- und Wärmenutzungsmaßnahmen medienübergreifende Umweltentlastungen, Ressourcenschonung und Kostensenkungen erreichen lassen. Derartige Umweltprojekte mit dem Schwerpunkt Energieeinsparung rechnen sich stets betriebswirtschaftlich im Gegensatz zu rein nachgeschalteten End-of-Pipe-Technologien, z. B. zur Abgasreinigung.

2.3 Immissionsschutz und Verkehr

Auf dem Umweltgipfel von Rio 1992 haben sich auch die Industriestaaten eine nachhaltige Entwicklung zum Ziel gesetzt. Dies erfordert auch Maßnahmen im Verkehrsbereich. Hier konnten in den vergangenen Jahren Verringerungen der Umweltbelastungen erreicht werden.

Alle Prognosen ergeben für die nächste Zukunft starke Zuwächse für den motorisierten Personenverkehr und in noch stärkerem Maße für den Straßengüterverkehr. Zur Entlastung von verkehrlichen Emissionen sind sowohl technische als auch nichttechnische Maßnahmen erforderlich.

2.3.1 Stand und Entwicklung von Umweltbelastungen durch Abgase und Geräusche [3])

2.3.1.1 Abgase

Der Bestand an *Kraftfahrzeugen* ist im Berichtszeitraum im gesamten Bundesgebiet um mehr als 7 % von 43,1 Mio. (1991) auf 47,3 Mio. (1995) Fahrzeuge insgesamt gestiegen. Bis zum Jahr 2005 wird für die den Bestand der Kfz dominierenden Pkw im gesamten Bundesgebiet ein Zuwachs von ca. 6 Mio. Fahrzeugen prognostiziert.

Die durchschnittlichen Fahrleistungen der einzelnen Kfz sind in den letzten Jahren etwa konstant geblieben. Die Gesamtfahrleistungen im gesamten Bundesgebiet sind jedoch von 574,2 Mrd. km (1991) auf 590,9 Mrd. km (1994) angestiegen.

Obwohl seit 1986 die Pkw-Fahrleistungen bis 1995 um rund ein Drittel gestiegen sind, gingen die Schadstoffemissionen des Pkw-Verkehrs zurück. Nach neuesten Berechnungen des Heidelberger Instituts für Energie und Umwelt (IFEU), das im Rahmen eines Umweltforschungsplans zur Zeit das größte Rechenmodell zu Verkehrsemissionen erstellt, haben in den letzten fünf Jahren (1990 bis 1995) alle klassischen Schadstoffkomponenten abgenommen. Für den Pkw-Verkehr in Gesamtdeutschland sind die Emissionen des Verkehrs gegenüber 1990 wie folgt gefallen:

Stickstoffoxide (NO_x) auf 64%,

Kohlenwasserstoffe (HC) auf 39%,

Kohlenmonoxid (CO) auf 53%.

Dieser positive Trend wird sich aufgrund der bereits beschlossenen Maßnahmen weiter fortsetzen. Besonders bemerkenswert ist der rasche Fortschritt in den neuen Bundesländern.

Das erwartete hohe Wachstum des *Luftverkehrs* stellt den Umweltschutz vor besondere Herausforderungen. Zwar spielen die Schadstoffemissionen des Flugverkehrs gegenüber den anderen Verkehrsträgern noch eine untergeordnete Rolle, sie werden aber durch die zunehmenden Flugbewegungen stark ansteigen. Hinzu kommt, daß die in den Flughöhen emittierten Verbindungen und deren Reaktionsprodukte Einfluß auf die dortigen chemischen Bildungsreaktionen und den Treibhauseffekt haben können.

Der Flugverkehr hat in der Vergangenheit die höchsten Wachstumsraten im Personenverkehr gehabt. Dies gilt sowohl für das Verkehrsaufkommen (die Zahl der Flugreisen) als auch die Verkehrsleistung (die mit Flugzeugen zurückgelegten Personenkilometer [Pkm]). So stieg die Verkehrsleistung der europäischen Fluglinien 1994/1995 um 7,6% [4]). Einen hohen Anteil am Flugverkehr haben Urlaubs- und Freizeitreisen.

---

[3]) Verkehr in Zahlen 1994, Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr.

[4]) LRI-Fakten, Februar 1996, Hrsg.: Bundesverband der deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie.

Der Urlaubsverkehr (Privatreisen von mehr als 5 Tagen Dauer) hatte im Jahr 1993 einen Anteil an der Flugverkehrsleistung der Einwohner Deutschlands von 69 % [5]).

Der Tourismusanteil beim Kraftstoffverbrauch sowie bei den Emissionen wird auf jeweils 66 % bzw. 70 % (2010) geschätzt, da viele Touristen den gut ausgelasteten Charterverkehr benutzen, der günstigere spezifische Verbräuche hat (höhere Auslastung) [6]).

Vergleiche von Reisen mit unterschiedlichen Verkehrsmitteln zeigen, daß das Flugzeug in aller Regel das Verkehrsmittel mit dem höchsten Primärenergieverbrauch und den höchsten CO_2-Emissionen ist. Dennoch haben moderne Triebwerke einen um 40 % geringeren Verbrauch als Triebwerke der ersten Generation, die vor etwa 30 Jahren in den Verkehr gekommen sind. Ergänzend dazu bewirken steigende Auslastungsraten eine weitere Senkung des spezifischen Energieverbrauchs pro Passagier.

Als geeignete Maßnahmen zur Minderung der Umweltauswirkungen des Luftverkehrs erscheinen insbesondere der Abbau der steuerlichen Begünstigungen des Luftverkehrs (z. B. Abschaffung der Steuerbefreiung für Kerosin für die gewerbliche Luftfahrt), Lärm- und emissionsbezogene Start- und Landegebühren und die Fortschreibung der Emissionsanforderungen für Flugtriebwerke sowie die Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Flugkraftstoffen. Dabei ist eine europaweite Abstimmung erforderlich.

2.3.1.2 Geräusche

Die Lärmbelastungssituation durch den *Straßenverkehr* ist durch zwei gegenläufige Entwicklungen gekennzeichnet:

Die Verschärfungen der Emissionsgrenzwerte für Pkw, Lkw und Busse sowie die zunehmende Einrichtung von verkehrsberuhigten Zonen führen zu einer Verbesserung der Situation der Betroffenen. Dem wirkt die Zunahme der Kfz-Zahlen und der Gesamtfahrleistungen im Berichtszeitraum entgegen.

Die Emissionsgrenzwerte für Pkw, Lkw und Busse wurden in den 80er Jahren durch EG-Richtlinien in zwei Stufen um 5 bis 8 dB(A) herabgesetzt, wobei das 1984 veränderte Meßverfahren bei der Typprüfung einer zusätzlichen Grenzwertverschärfung um bis zu 4 dB(A) je nach Fahrzeugtyp gleichkommt. Eine weitere Absenkung von 2 bis 5 dB(A) je nach Fahrzeugkategorie wurde für Oktober 1995 für neue Fahrzeugtypen und für Oktober 1996 für alle erstmals zugelassenen Fahrzeuge beschlossen. Derzeit halten bereits 50 % der Pkw-Typen den künftigen EU-Grenzwert von 74 dB(A) ein.

Erhebliche Bedeutung für die Geräuschemission hat das Fahrverhalten des Fahrzeugführers. Eine dem Verkehrsfluß angepaßte niedertourige Fahrweise trägt deutlich zur Minderung des Straßenverkehrslärms bei. In verkehrsberuhigten Zonen wird eine derartige Fahrweise durch entsprechende Maßnahmen erreicht. Es gibt im gesamten Bundesgebiet kaum noch eine Stadt ohne Tempo-30-Zonen. Viele Städte weisen solche Zonen außerhalb des Hauptverkehrsstraßennetzes sogar flächendeckend aus. Auch an Hauptverkehrsstraßen ist Lärmminderung durch Geschwindigkeitsbeschränkungen möglich. Derartige Maßnahmen werden zunehmend vor Schulen, Kindergärten und Altenheimen ergriffen.

Tabelle 1 liefert einen Überblick über die Geräuschbelastung der Bevölkerung des bisherigen Bundesgebietes durch Straßenverkehr. Die Daten basieren auf einer modellmäßigen Hochrechnung des Umweltbundesamtes für das Jahr 1992.

Etwa 17 % der Bevölkerung im bisherigen Bundesgebiet lebten 1992 in Wohnungen, die Außengeräuschpegeln durch Straßenverkehr von mehr als 65 dB(A) tags ausgesetzt waren.

Vergleichbare Zahlen für das Gebiet der neuen Bundesländer liegen nicht vor. 1989 waren durchschnittlich 12 % der Straßenkilometer innerorts am Tage mit Pegeln über 65 dB(A) belastet. Es ist davon auszugehen, daß der Anteil der Bevölkerung, der Pegeln über 65 dB(A) ausgesetzt ist, heute wesentlich höher ist als 12 %. Zum einen ist die Bevölkerungsdichte in den überdurchschnittlich hochbelasteten Zentren am größten, zum anderen haben nach 1989 die Kfz-Zahlen, der motorisierte Individualverkehr und insbesondere der Straßengüterverkehr erheblich zugenommen.

Die Geräuschemissionen der *Schienenfahrzeuge* haben sich im Berichtszeitraum nicht verändert. Die Vorbeifahrtpegel in 25 m Abstand zum Gleis liegen bei (aus akustischer Sicht) gutem Zustand der Schienenlaufflächen und bei freier Schallausbreitung im Schienennetz der Deutsche Bahn AG für ICE (250 km/h), Reisezüge mit Scheibenbremsen (200 km/h) und Güterzüge (100 km/h) bei etwa 88 dB (A) sowie für Reisezüge mit Klotzbremsen (160 km/h) bei 94 dB (A).

Die Verkehrsleistungen haben beim Personenverkehr von 62,6 Mrd. Pkm (1990) auf 62,0 Mrd. Pkm (1994) und beim Güterverkehr von 102,7 Mrd. Tonnenkilometer (tkm) (1990) auf 71,1 Mrd. tkm (1994) abgenommen. Die starke Abnahme der Verkehrsleistungen beim Güterverkehr ist vor allem das Ergebnis der massiven wirtschaftlichen Veränderungen in den neuen Bundesländern sowie der zunehmenden Verlagerungen von Verkehrsleistungen auf die Straße. In den alten Bundesländern haben die Veränderungen bei den Verkehrsleistungen (Zunahme beim Personenverkehr, Abnahme im Güterverkehr) die Geräuschbelastung der Bevölkerung nur wenig beeinflußt.

Tabelle 2 stellt den prozentualen Anteil der durch Schienenverkehrslärm belasteten Bevölkerung in den alten Bundesländern dar. Die Angaben basieren auf einer modellmäßigen Hochrechnung des Umweltbundesamtes für das Jahr 1992.

Vergleichbare Zahlenangaben für das Gebiet der neuen Bundesländer liegen nicht vor.

---

[5]) IFEU 1996
[6]) IFEU 1996

Zur Lärmbelastung an den deutschen *Verkehrsflughäfen* tragen insbesondere die dort noch eingesetzten alten Typen ziviler Strahlflugzeuge bei. Die Luftfahrzeuge können hinsichtlich ihrer Geräuschemissionen in zwei Gruppen eingeteilt werden:

- Luftfahrzeuge, die die Lärmgrenzwerte des Anhangs 16, Band I, Kapitel 2 zum Luftfahrtabkommen der Internationalen Zivil-Luftfahrt-Organisation (ICAO) einhalten (Kapitel-2-Flugzeuge), und
- Luftfahrzeuge, die den strengeren Lärmgrenzwerten des ICAO-Anhangs 16, Band I, Kapitel 3 genügen (Kapitel-3-Flugzeuge).

Zur erstgenannten Gruppe gehören ältere Luftfahrzeugmuster (z. B. Boeing 737-200), während die Gruppe der Kapitel-3-Flugzeuge moderne Luftfahrzeugmuster (z. B. Airbus A 310, A 320, Boeing 757, 767, British Aerospace 146) umfaßt.

Die Benutzervorteile für die Betreiber von Kapitel-3-Flugzeugen (z. B. lärmabhängige Landegebühren) haben mitbewirkt, daß der Anteil dieser Luftfahrzeuge in den letzten Jahren weiter zugenommen hat. So wurden im Jahresmittel 1994 auf den Verkehrsflughäfen der Bundesrepublik Deutschland nahezu 90 % aller gewerblichen Flugbewegungen mit Strahlflugzeugen über 20 t maximaler Abflugmasse mit Kapitel-3-Flugzeugen durchgeführt.

Die Triebwerkhersteller in Deutschland untersuchen im Rahmen des Luftfahrtforschungsprogramms der Bundesregierung Möglichkeiten für weitere Emissionsminderungen. Bis zum Jahr 2010 wird u. a. angestrebt, die NO_x-Emissionen um 85 %, den Treibstoffverbrauch um 20 % und die Lärmemissionen um 10 dB gegenüber dem heutigen Stand zu reduzieren.

Der Abnahme der Geräuschemissionen durch den verstärkten Einsatz moderner Luftfahrzeugmuster steht eine Zunahme der Flugbewegungen gegenüber. So nahmen die Flugbewegungen an den deutschen Verkehrsflughäfen von ca. 1,5 Mio. (1990) auf ca. 1,7 Mio. (1993) zu.

Fluglärmbelastungen bestehen ferner an zahlreichen Landeplätzen, an denen zum Teil ein erheblicher Flugbetrieb mit kleineren Propellerflugzeugen und Motorseglern stattfindet. Zur Minderung der Fluglärmbelastung an Landeplätzen mit höherem Verkehrsaufkommen ist nach der Verordnung über die zeitliche Einschränkung des Flugbetriebs mit Leichtflugzeugen und Motorseglern an Landeplätzen vom 16. August 1976 (BGBl. I S. 2216) der nichtgewerbliche zivile Flugbetrieb derzeit an 56 Landeplätzen zeitlich eingeschränkt. Leichtflugzeuge und Motorsegler, die erhöhten Schallschutzanforderungen genügen, fallen nicht unter die Einschränkungen der genannten Verordnung, um auf diese Weise einen Anreiz zum Einsatz lärmgeminderter Luftfahrzeuge zu bieten.

Die Lärmbelastung durch *militärische Tiefflüge* wurde in den letzten Jahren deutlich verringert. Während 1990 von allen im deutschen Luftraum operierenden Streitkräften (einschließlich GUS-Streitkräften) insgesamt 76 600 Flugstunden Tiefflug geübt wurden, waren es 1992 nur noch 30 400 Flugstunden. Für 1995 wird mit einem Tieffluga ufkommen der Bundeswehr und der alliierten Streitkräfte von insgesamt ca. 16 000 Flugstunden gerechnet.

2.3.2 Technische Maßnahmen

Als technische Maßnahmen werden Maßnahmen bezüglich der Fahrzeugtechnik (bezogen auf Abgasemissionen und Verkehrslärm), der Kraftstoffzusammensetzungen und Betankungsanlagen und der Fragen des Fahrweges betrachtet.

2.3.2.1 Fahrzeugtechnik

2.3.2.1.1 Abgasemissionen

Ottomotor

Der Drei-Wege-Katalysator mit Lambda-Regelung ist derzeit die wirksamste Schadstoffminderungstechnik für Otto-Pkw, die mit der Richtlinie 91/441/EWG im Ergebnis EG-weit durchgesetzt wurde. Es zeigt sich, daß die Optimierung der G-Kat-Technik eine weitere Minderung der Schadstoffemission möglich macht. Beim Otto-Pkw sind folgende Techniken oder Maßnahmen für die Emissionsminderung im wesentlichen bereits heute oder in den nächsten zwei bis drei Jahren verfügbar:

- Näher am Motor angeordneter, hochtemperaturresistenter Katalysator
- Vorgeheizter Katalysator und/oder Lambda-Sonde. Beide Maßnahmen verkürzen die Zeit für die Aufheizung des Katalysators, also bis zum Beginn der maximalen Wirksamkeit
- Sekundärlufteinblasung, insbesondere um bei der heute noch technisch notwendigen Anfettung beim Kaltstart und dem dadurch bedingten Sauerstoffmangel im Abgas die nötige Sauerstoffmenge für die Nachverbrennung bereitzustellen. Durch die bereits im Abgaskrümmer stattfindende Verbrennung wird die Abgastemperatur zusätzlich erhöht und beschleunigt dadurch die Katalysatoraufheizung
- Verbesserte Lambdaregelung durch den Einsatz verbesserter Elektronik
- Verbesserte, elektronisch gesteuerte Abgasrückführung, um die NO_x-Bildung zu verringern
- Variable Ventilsteuerung, wodurch einerseits Drosselverluste und andererseits durch regelbare innere Abgasrückführung Schadstoffemissionen vermindert werden können.

Die Maßnahmen unter dem 1. bis 4. Anstrich eignen sich vor allem für die Minderung der Emission an Kohlenwasserstoffen, Maßnahmen unter dem 5. und 6. Anstrich unterstützen primär die Verringerung der NO_x-Emission. Durch eine geeignete Kombination der Maßnahmen unter dem 2., 4. und 5. Anstrich kann die HC-Emission um ca. 80 %, die NO_x-Emission um 75 % verringert werden.

Dieselmotor

Die entscheidende Hürde für die Schadstoffminderung beim Dieselmotor stellt die systembedingt hohe

NO_x- und Partikelemission dar. Die für die Selbstzündung erforderliche hohe Verdichtung im Dieselmotor führt zu hohem Brennraumdruck und hoher Verbrennungstemperatur, beides Voraussetzung für die NO_x-Bildung. Die Partikel bestehen aus Rußteilen (Kohlenstoff), daran angelagerten nichtflüchtigen Kohlenwasserstoffkomponenten und anderen Partikeln wie Schwefelverbindungen oder Metallabrieb. Die bei Pkw bzw. Nutzfahrzeugen eingesetzten Motoren haben sich früher deutlich durch die Brennraumgestaltung unterschieden (Vor- bzw. Wirbelkammermotor für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge, Direkteinspritzer für schwere Nutzfahrzeuge), das Emissionsverhalten war aber tendenziell ähnlich. Heute nimmt auch bei Pkw, insbesondere aus Verbrauchsgründen, der Einsatz von Direkteinspritzern zu, womit eine Erhöhung insbesondere der NO_x-Emission verbunden ist. Wegen der Ähnlichkeit des Problems und der prinzipiellen Lösungsmöglichkeit wird hier nicht zwischen Pkw und schweren Nutzfahrzeugen unterschieden.

Die folgenden Techniken zur Verminderung der beiden wichtigen Komponenten NO_x und Partikel sind bis auf die unter dem 3. Anstrich genannte für Pkw nicht serienreif, aber voraussichtlich in den nächsten ein bis drei Jahren verfügbar. Partikelfilter für schwere Nutzfahrzeuge sind bereits in der Praxis erprobt und verfügbar.

- Zeolithkatalysator für die NO_x-Reduktion im Abgas mit Sauerstoffüberschuß, mit Hilfe eines Reduktionsmittels.
- De-NO_x-Katalysator für die direkte Reduktion von Stickoxiden unter Sauerstoffüberschuß, wobei bestimmte Nichtedelmetalle katalytisch wirksam sind. Der Wirkungsgrad dieses Katalysatortyps ist deutlich geringer.
- Verbesserte Abgasrückführung für die NO_x-Minderung; die Wirkung ist die gleiche wie oben beschrieben.
- Verbesserte Oxidationskatalysatoren für die Oxidation unverbrannter Kraftstoffbestandteile. Bei heutigen Katalysatoren für Dieselmotoren besteht die Gefahr, daß der im Kraftstoff enthaltene Schwefel ebenfalls oxidiert wird und dadurch die Emission an Sulfatpartikel ansteigt.
- Partikelfiltersysteme sind die wirksamste Maßnahme für die Minderung der Partikelemission.

Mit der unter dem 3. Anstrich genannten verfügbaren Maßnahme kann die NO_x-Emission beim Dieselmotor um 50 bis 70 % im Realbetrieb vermindert werden. Mit den Reduktionkatalysatoren ist eine NO_x-Minderung bis zu 80 % möglich. Mit Partikelfiltersystemen, wie sie zuletzt im Rußfiltergroßversuch in Nutzfahrzeugen erfolgreich getestet wurden, ist eine Reduktion der Partikelemission um über 80 % möglich.

Der Dieselmotor hat nach dem gegenwärtigen technischen Stand gegenüber dem Ottomotor CO_2-Vorteile von 5 bis 15 %.

Erd- und Flüssiggasfahrzeuge

Der Einsatz von erd- und flüssiggasbetriebenen Fahrzeugen, die in stadt- und gemeindenahen Zonen Verwendung finden, dürfte gerade wegen der geringen Abgasemissionen und ihrer serienreifen Verfügbarkeit wohl die interessanteste und realistischste Alternative sein.

Gasbetriebene Fahrzeuge mit geregelten Drei-Wege-Katalysatoren bieten gegenüber Benzin- und Dieselfahrzeugen eine Entlastung beim Bildungspotential von bodennahem Ozon.

Gegenüber Dieselfahrzeugen ergeben sich

- für den Menschen ungiftige Kohlenwasserstoffemissionen,
- sehr geringe Emissionen an Stickoxiden, Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid,
- praktisch keine Ruß- und Partikelprobleme und
- etwa 80 % weniger Vorläufersubstanzen für bodennahes Ozon (nach Industrieangaben).

Gegenüber Benzinfahrzeugen ergeben sich

- niedrigere Emissionen treibhausrelevanter Gase (u. a. CO_2) und
- praktisch kein Benzolproblem.

Ferner zeichnen sich Gasmotoren durch Lärmarmut und geruchlose Verbrennung aus.

Gasfahrzeuge erreichen bereits heute Emissionsgrenzwerte, die weit unter den europäischen Abgasnormen Euro I und Euro II (ab 1996) für Nutzfahrzeuge liegen. Sie unterschreiten selbst die für 1999/2000 angestrebten Grenzwerte der Euro III-Norm erheblich.

Auch die weltweit schärfsten, die sog. Ultra-low-Grenzwerte Kaliforniens, werden eingehalten.

Als Bus, Taxi, Verteiler-Lkw und Kommunalfahrzeug im Einsatz in Ballungsregionen oder sensiblen Gebieten (z. B. Kurorten) stellt das Gasfahrzeug eine sinnvolle Ergänzung zu Benzin- und Dieselfahrzeugen dar. Der Markt wird erweisen, ob der alternative Antrieb zur konventionellen und damit zur alltäglichen Technik wird. Ferner zeichnet sich ab, daß die Erdgasfahrzeuge aufgrund ähnlicher technischer Gegebenheiten Wegbereiter für die Wasserstoffantriebstechnik sein werden.

Ein wesentliches Hemmnis für die Anschaffung von gasbetriebenen Nutzfahrzeugen stellen derzeit noch die Mehrkosten von etwa 15 % zu vergleichbaren Dieselfahrzeugen dar.

Die Bundesregierung schafft mit der Herabsetzung der Mineralölsteuer für Erd- und Flüssiggas auf den EU-Mindeststeuersatz günstige Rahmenbedingungen zur Markteinführung der alternativen Gasfahrzeuge. Erdgas und Flüssiggas genießen als Kraftstoff in einer fünfjährigen Einführungsphase eine Steuerpräferenz. Mit dem Jahressteuergesetz 1996 wird der Steuersatz für Erdgas als Kraftstoff von 47,60 DM/MWh auf 18,70 DM/MWh und für Flüssiggas als Kraftstoff z. Z. 612,50 DM für 1 000 kg

auf 241,00 DM für 1000 kg herabgesetzt. Dies führt zu einem Steuervorteil gegenüber Benzin von 81 % und gegenüber Dieselkraftstoff von 67 %.

CO_2-Minderung

Obwohl die CO_2-Minderung bzw. die damit direkt korrelierende Verbrauchsminderung im Interesse des Autofahrers und damit der Hersteller liegt, hat der Durchschnittsverbrauch von Kraftstoff bei Pkw in den letzten 10 Jahren kaum abgenommen.

Bei Fahrzeugen neuer Generation ist es notwendig, eine Gesamtoptimierung (z. B. Formgestalt, Leichtbau, Verbesserung des Wirkungsgrades usw.) zu erzielen. Eine Vielzahl von motorischen und anderen Lösungen sind denkbar, durch deren Kombination deutliche CO_2-Minderungen weiterhin möglich werden. Das CO_2-Einsparpotential durch fahrzeugtechnische Maßnahmen ist 1992 von der RWTH Aachen/PROGNOS analysiert worden. Nach dem Ergebnis dieser Untersuchung kann im „Trendfall" (erkennbare Entwicklung, höchstwahrscheinliche Veränderung) eine durchschnittliche jährliche CO_2-Reduzierung von ca. 0,9 % bzw. im „Fall der schnellstmöglichen Umsetzung" (massive Veränderungen der Rahmenbedingungen, politische Maßnahmen zur Beschleunigung der technischen Entwicklung, schnellste Reaktion der Fahrzeughersteller, Akzeptanz der Fahrzeugnutzer) eine durchschnittliche jährliche CO_2-Reduktion von ca. 2,9 % erreicht werden. Das heißt, je nach Annahme sind 16 bis 52 % CO_2-Reduktion am Einzelfahrzeug des Erstzulassungsjahres 2005 gegenüber 1987 möglich.

Erreichbar sind nach dieser Untersuchung diese Ziele insbesondere durch

- motortechnische Verbesserungen durch elektronische Messung, Steuerung und Regelung von Vorgängen im Motor,
- Optimierung des Motor-Getriebemanagements,
- Optimierung von Motor- und Getriebeauslegung,
- aerodynamische Verbesserungen und Verringerung des Fahrzeuggewichts,
- Verbesserung des Wirkungsgrades der Energieumwandlung durch den vermehrten Einsatz von Kunstfaser- und keramischen Werkstoffen sowie längerfristig die Entwicklung alternativer Antriebe und den verstärkten Einsatz alternativer Kraftstoffe. Die Umweltauswirkungen evtl. alternativer Kraftstoffe sind dabei zu prüfen.

Die deutsche Automobilindustrie sagte der Bundesregierung im Frühjahr 1995 zu:

- zur Minderung der Fahrzeugemissionen die eigene Forschung und Entwicklung weiterhin zu bündeln und zu stärken und die erreichbaren Minderungspotentiale auszuschöpfen,
- möglichst in Übereinstimmung mit den europäischen Automobilherstellern den durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch der von ihr hergestellten und in Deutschland abgesetzen Pkw/Kombi bis zum Jahr 2005 um 25 % zu senken (gemessen am Stand von 1990). Dies entspricht einer jahresdurchschnittlichen Reduzierung um 2 %,
- diese Zusage noch vor dem Jahr 2000 fortzuschreiben. Ziel ist dabei ein Reduktionspotential von mehr als ⅓, auch unter Berücksichtigung geeigneter alternativer Kraftstoffe und Antriebe,
- die Fortschritte bei der Kraftstoffeinsparung in regelmäßigen Berichten zu dokumentieren.

Die Bundesregierung wird die Verhandlungen in den EG zur weiteren Verminderung der Schadstoffe einschließlich CO_2 fortsetzen. Bei einem solchen EG-weiten Vorgehen sollen auch etwaige Wettbewerbsverzerrungen zu Lasten der deutschen Automobilindustrie vermieden werden.

EU-Regelungen zur Schadstoffreduzierung bei Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen

Nachdem in der 12. Wahlperiode erhebliche Fortschritte bei der Begrenzung des Schadstoffausstoßes von Kraftfahrzeugmotoren erzielt werden konnten, setzte sich dieser positive Trend auch in der 13. Wahlperiode fort.

Auf der Grundlage der EG-Richtlinie 91/441/EWG über Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Luft durch Emissionen von Kraftfahrzeugen, die für alle in den Mitgliedstaaten ab 1. Januar 1993 erstmals in den Verkehr kommenden Pkw (bis zu 6 Plätzen und bis zu 2,5 t zul. Gesamtmasse) neue Schadstoffemissionsgrenzwerte auf der Basis der Neuen Europäischen Fahrzyklen (NEFZ) vorschreibt, wurde die Neunzehnte Verordnung zur Änderung der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung vom 21. Dezember 1992 (BGBl. I S. 2397) erlassen.

Diese neuen Schadstoffgrenzwerte erfordern in der Praxis den Einsatz der Katalysatortechnik mit Lambda-Regelung in Pkw mit Ottomotor. Mit der EG-Richtlinie 91/441/EWG wurden auch Vorschriften über die Verdunstungsemissionen und die Dauerhaltbarkeit von emissionsmindernden Fahrzeugkomponenten sowie strengere Minderungsvorschriften für Partikelemissionen von Fahrzeugen, die mit Dieselmotoren ausgerüstet sind, eingeführt.

Die Bundesregierung setzt sich dafür ein, bei der Begrenzung von Schadstoffemissionen in Deutschland und Europa künftig neben einer weiteren stufenweisen Verschärfung der Schadstoffgrenzwerte vor allem höhere Anforderungen an die Dauerhaltbarkeit der emissionsmindernden Bauteile und damit an die Einhaltung niedriger Emissionswerte während der gesamten Lebensdauer des Fahrzeuges durchzusetzen.

Mit der EG-Richtlinie 92/55/EWG des Rates vom 22. Juni 1992 zur Änderung der EG-Richtlinie 77/143/EWG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die technische Überwachung der Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger (Auspuffgase) (ABl. EG Nr. L 225 S. 68) wurden hierzu weitere Grundlagen geschaffen. Diese EG-Richtlinie 92/55/EWG wurde mit der Verordnung zur Änderung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften und der Eichordnung vom 19. November 1992 (BGBl. I S. 1931) in das nationale Recht übernom-

men. Darin wird das Verfahren zur Durchführung der Abgasuntersuchung von im Verkehr befindlichen Kraftfahrzeugen erstmals EU-weit geregelt, unter anderem auch die Einbeziehung von Fahrzeugen mit Dieselmotoren in die Abgasuntersuchung sowie die Durchführung einer Abgasuntersuchung bei Fahrzeugen mit einem geregelten Katalysator. Mit dieser Neuregelung wurden erstmals auch Nutzfahrzeuge einbezogen.

Personenwagen und leichte Nutzfahrzeuge, die zur Beförderung von mehr als sechs Insassen ausgelegt sind oder deren Höchstmasse mehr als 2 500 kg beträgt, wurden unter Beachtung der spezifischen Bedingungen dieser Fahrzeuge durch die Richtlinie 93/59/EWG ebenfalls strengeren Normen unterworfen.

Die EG-Richtlinie 93/59/EWG wurde durch die Einundzwanzigste Verordnung zur Änderung der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung vom 23. März 1994 (BGBl. I S. 618) in das nationale Recht übernommen. Sie trat zum 1. Oktober 1993 für die Zulassung neuer Fahrzeugtypen und zum 1. Oktober 1994 für alle neu in den Verkehr kommenden leichten Nutzfahrzeuge in Kraft.

Eine weitere Grenzwertstufe (Euro II) für Pkw auf der Basis des NEFZ wurde mit der EG-Richtlinie 94/12/EWG vom 23. März 1994, (ABl. EG Nr. L 100 S. 42) für Typgenehmigungen ab dem 1. Januar 1996 und für Neuzulassungen ab dem 1. Januar 1997 verbindlich vorgeschrieben (siehe Tabelle 3).

Sie sieht bei Benzinmotoren eine Minderung gegenüber der ersten Stufe der für die Ozonbildung verantwortlichen Kohlenwasserstoffe und Stickoxide um 56 % und bei Dieselmotoren für die Rußpartikel um ebenfalls 56 % vor.

Diese Richtlinie wurde mit der Neunzehnten Verordnung zur Änderung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften vom 25. Oktober 1994 (BGBl. I S. 3127) in das nationale Recht übernommen.

Die Vorschriften für die Messung des Kraftstoffverbrauchs von Kraftfahrzeugen wurden durch die EG-Richtlinie 93/116/EWG (ABl. EG Nr. L 329 S. 40) zur Anpassung der Richtlinie 80/1268/EG aktualisiert und durch die Einundzwanzigste Verordnung zur Änderung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften vom 23. März 1994 (BGBl I S. 618) übernommen. Die wesentliche Änderung besteht darin, daß die CO_2-Emissionen von Pkw jetzt ebenso wie die Schadstoffemissionen im Neuen Europäischen Fahrzyklus gemessen werden. Aus den gemessenen CO_2-Emissionen wird der spezifische Kraftstoffverbrauch errechnet. Im Vergleich mit der früheren Methode (Messung im Stadtzyklus sowie bei 90 km/h und 120 km/h) ergeben sich praxisnähere Resultate. Neu ist auch die Angabe der CO_2-Emission in g/km zusätzlich zum Verbrauchswert in l/100 km, auf die der Kunde beim Kauf aufmerksam gemacht wird.

EU-Regelungen zur Schadstoffreduzierung bei Nutzfahrzeugen

Mit der EG-Richtlinie 91/542/EWG des Rates vom 1. Oktober 1991 zur Änderung der Richtlinie 88/77/EWG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe aus Dieselmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen (ABl. EG Nr. L 295 S. 1) wurde erstmals eine Fortschreibung der Abgasgrenzwerte für Dieselmotoren vorgenommen.

Sie enthält zwei Grenzwertstufen, die ab 1992/1993 (Euro I) und 1995/96 (Euro II) wirksam wurden.

Die EG-Richtlinie 91/542/EWG wurde mit der 19. Verordnung zur Änderung der StVZO vom 21. Dezember 1992 (BGBl. I S. 2397) in nationales Recht übernommen.

ECE-Regelung Nr. 40.01 zur Schadstoffreduzierung bei Motorrädern

Die ECE-Regelung Nr. 40 enthält „Einheitliche Vorschriften für die Genehmigung der Motorräder (Krafträder) hinsichtlich der Emission luftverunreinigender Gase aus Motoren mit Fremdzündungen“.

Sie dient als Grundlage für die Erteilung einer Zulassung zum Straßenverkehr.

Eine Fortschreibung und Verschärfung der Emissionswerte um 20 % erfolgte mit der ECE-Regelung R 40.01 im Jahr 1987.

Sie wurde durch die Achtzehnte Verordnung zur Änderung der straßenverkehrsrechtlichen Vorschriften vom 20. Juni 1994 (BGBl. I S. 1291) mit Anwendung ab 1. Juli 1994 als nationale Zulassungsvoraussetzung verbindlich vorgeschrieben.

Ziel der Bundesregierung ist es, gemeinsam mit den Mitgliedstaaten der EU eine weitere Verschärfung der Abgasgrenzwerte durchzusetzen. Entsprechende Vorschläge der Bundesrepublik Deutschland wurden in die Arbeitsgremien der EU eingebracht und wurden in einem Richtlinien-Entwurf der Kommission aufgenommen. Dieser Entwurf wird derzeit von den europäischen Gremien beraten.

Mobile Maschinen

Im Jahr 1993 richtete die Bundesregierung gemeinsam mit der Regierung des Vereinigten Königreiches, den Niederlanden und Dänemark ein Memorandum an die EU-Kommission, in dem die Begrenzung der Schadstoffemissionen von mobilen Maschinen und Geräten, die darin in zwei Gruppen eingeteilt sind, mit konkreten Zielvorstellungen gefordert wurde.

Von der EU-Kommission wurde daraufhin 1995 ein Richtlinienentwurf für mobile Maschinen vorgelegt, der Regelungen für Baumaschinen auf der Grundlage der Testzyklen der ISO 8178 beinhaltet.

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit erarbeitet eine entsprechende Verordnung für die Begrenzung der Abgas- und Geräuschemissionen von Sportbooten.

ICAO-Regelungen zur Schadstoffemissionsreduzierung von Flugzeugen

Die ICAO hat in ihrer Konvention über die zivile Luftfahrt im Annex 16, Volume II, Grenzwerte für Schad-

stoffemissionen festgeschrieben. Eine erste Grenzwertfestlegung für die Schadstoffe HC (Kohlenwasserstoffe), CO (Kohlenmonoxid), NO_x (Stickoxide) und Ruß erfolgte 1981.

Ausgehend von der Entwicklung des Luftverkehrs und der Triebwerkstechnik wurde eine Fortschreibung dieser Grenzwerte erforderlich. Diese Fortschreibung erfolgte durch den Anhang 2 zum Annex 16, Volume II, durch Beschluß des Rates der ICAO vom 24. März 1993. Sie umfaßt eine Reduzierung der NO_x-Emissionsgrenzwerte um 20 %. Diese neuen Grenzwerte sind anzuwenden für Triebwerke, deren Prototypen vor dem 31. Dezember 1995 produziert wurden bzw. für individuelle Triebwerke, die nach dem 31. Dezember 1999 hergestellt werden.

Aus der Sicht der Bundesregierung ist dieser erste Schritt zur Reduzierung des NO_x-Grenzwertes jedoch nicht ausreichend. Sie ist deshalb mit ihrer Forschungsförderung bemüht, die Kenntnisse über die Schadstoffentstehung, die Schadstoffvermeidung und die Auswirkungen auf die Atmosphäre zu vertiefen, um künftig eine weitere gezielte Absenkung vorzusehen. Schwerpunkte bei der Atmosphärenforschung betreffen insbesondere die Wirkungen der Stickoxide der Luftfahrt auf den Ozonabbau sowie die Wirkung der Kondensstreifen auf das Klima.

Ziel der Bundesrepublik Deutschland ist es, zu einheitlichen europäischen Abgasemissionsvorschriften für Flugzeuge zu kommen. Sie arbeitet dabei eng mit den Mitgliedstaaten der EU zusammen.

2.3.2.1.2 Lärmemissionen

Straßenverkehr

Für die Bundesregierung haben bei der Verkehrslärmbekämpfung Maßnahmen an der Quelle Vorrang. Hierzu zählen vor allem

- lärmmindernde technische Maßnahmen an Einzelfahrzeugen,
- Kontrolle von im Verkehr befindlichen Fahrzeugen,
- Beeinflussung des Fahrverhaltens sowie
- lärmmindernde Maßnahmen an Fahrbahnen.

Die Ergebnisse von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, die die Bundesregierung gefördert hat, zeigen hierzu Lösungsmöglichkeiten auf. Sie haben wesentlich dazu beigetragen, daß die EG-Grenzwerte für Kraftfahrzeuge aller Kategorien in den achtziger Jahren deutlich herabgesetzt werden konnten.

Die Geräuschgrenzwerte für Kraftfahrzeuge nennt Tabelle 4.

Im November 1992 wurde mit der Richtlinie 92/97/EWG die derzeit letzte Absenkungsstufe der EG-Geräuschgrenzwerte für Pkw, Lkw und Omnibusse beschlossen, die ab 1. Oktober 1995 für neue Fahrzeugtypen und ab 1. Oktober 1996 für alle neu in den Verkehr kommenden Fahrzeuge verbindlich wird. Gegenüber den bis dahin gültigen Grenzwerten ergeben sich Absenkungen für die Typprüfung je nach Kategorie und Leistungsklasse von 2 bis 5 dB (A). Serienfahrzeuge dürfen allerdings die ab 1996 gültigen Grenzwerte um maximal 1 dB (A) überschreiten.

Erstmals werden zum selben Termin für Nutzfahrzeuge auch die Druckluftgeräusche begrenzt (Meßverfahren und Geräuschgrenzwert wie bei Anlage XXI der StVZO). Darüber hinaus ist die Beschaffenheit der Prüfstrecke in Anlehnung an den Entwurf der ISO-Norm 10844 festgelegt. Die somit vorgesehene verbindliche „ISO-Teststrecke" (ISO = Internationale Standard Organisation) für Typprüfungen führt zur Vermeidung von Meßfehlern und zur besseren weltweiten Vergleichbarkeit bei zugleich realitätsnahen Prüfbedingungen.

Für Motorräder wurden in den 80er Jahren veränderte EG-Geräuschgrenzwerte im Oktober 1988 in zwei Stufen eingeführt. Neben herabgesetzten Geräuschgrenzwerten wurden das Meßverfahren verändert sowie die Anzahl der Hubraumklassen verringert (Tabelle 4). Die Veränderungen des Meßverfahrens wirken sich je nach Hubraum bei Motorrädern (Tabelle 4) verschärfend (175 bis 350 cm^3) bzw. erleichternd (mehr als 350 cm^3) aus, wobei die Bandbreite der meßverfahrensbedingten Veränderung mit ca. 1 bis 3 dB(A) abgeschätzt werden kann. Die Geräuschgrenzwerte für Mofas (70 dB[A]) und Mopeds/Mokicks (72 dB[A]) sind derzeit noch national festgelegt. Sie wurden in den letzten 20 Jahren nicht nennenswert herabgesetzt. Ziel der Bundesregierung ist es, gemeinsam mit den Mitgliedsländern der EU eine weitere Verschärfung der Emissionsgrenzwerte durchzusetzen.

Minderung der Reifen-Fahrbahn-Geräusche

Die bisherigen Absenkungen der Grenzwerte für das Fahrgeräusch von Kraftfahrzeugen haben vor allem zu Minderungen des Antriebsgeräusches geführt. Damit gewinnt das Reifen-/Fahrbahngeräusch zunehmend an Bedeutung. Der Verkehrslärm kann deshalb nur dann weiterhin spürbar mit verbesserter Technik gemindert werden, wenn auch wirksame Maßnahmen gegen diese Geräuschquelle umgesetzt werden. Die Bundesregierung hat deshalb Maßnahmen eingeleitet, die zur Entwicklung leiserer Reifen und leiserer Fahrbahnen führen und arbeitet im Rahmen der EU an einer europaweiten Vorschrift mit.

Schienenfahrzeuge

Lärm ist das gravierendste Umweltproblem des Schienenverkehrs. Er hat den höchsten Anteil an den geschätzten externen Kosten und ist die wesentliche Ursache für Beschwerden gegen den Schienenverkehr.

Es ist das Ziel der Bundesregierung, mehr Verkehrsleistungen von der Straße und dem Luftraum auf die Schiene zu verlagern.

Bei gleicher Bezugsgeschwindigkeit sind die mit Radabsorbern und Scheibenbremsen ausgerüsteten Hochgeschwindigkeitszüge (ICE) die leisesten Fahrzeuge. Die Verwendung dieser Komponenten stellt

die wirksamste Maßnahme zur Reduzierung der Rad-Schienen-Geräusche dar, die bei Geschwindigkeiten bis ca. 250 km/h dominieren.

Güterzüge, die im wesentlichen die nächtliche Lärmbelastung bestimmen, können deutlich leiser gemacht werden, wobei vor allem akustische Verbesserungen am Fahrwerk (Absorber, Schalloptimierung) auch bei Altfahrzeugen möglich sind. Die größten Lärmminderungen können bei Güterwagen durch Veränderungen der Bremsanlage erreicht werden, z. B. durch den Einsatz von Kunststoffbremsklötzen an Stelle der derzeit verwendeten Graugußbremsklötze oder durch den Einsatz von Scheibenbremsen. Letzteres ist allerdings mit deutlich höheren Kosten verbunden.

Die Bundesregierung hat am Beispiel der TATRA-Straßenbahnen in den neuen Bundesländern auch bei Schienenfahrzeugen des öffentlichen Personennahverkehrs die Wirksamkeit nachträglicher Lärmschutzmaßnahmen (verbesserte Federung, Schallschürzen vor den Rädern etc.) zeigen können.

Lärmbekämpfungspolitik in der Europäischen Union

– Emissionsbegrenzung

Wichtige Regelungen der EG zur Lärmbekämpfung an den Quellen, die auch der Vermeidung von Handelshemmnissen dienen, sind im Berichtszeitraum fortentwickelt worden.

– Kraftfahrzeuge

Am 10. November 1992 hat der Rat der Europäischen Gemeinschaften mit der EG-Richtlinie 92/97/EWG eine weitere Verschärfung der Geräuschgrenzwerte für Pkw, Lkw und Omnibusse beschlossen, die am 1. Oktober 1995 für neue Fahrzeugtypen und ab 1. Oktober 1996 für alle erstmals zugelassenen Fahrzeuge gilt. Die Umsetzung dieser Richtlinie in nationales Recht ist durch die 20. Verordnung zur Durchführung der StVZO vom 21. Oktober 1993 erfolgt.

Darüber hinaus befaßt sich die EU-Kommission z. Z. mit einer generellen Beschränkung des Reifen-Fahrbahn-Geräusches. Eine Expertengruppe der Kommission hat Vorschläge für ein Meßverfahren entwickelt und Basisdaten für die Festlegung von Geräuschanforderungen an Reifen gesammelt.

Auf der Basis dieser Arbeiten soll ein Vorschlag für eine Richtlinie zur Begrenzung des Reifen-Fahrbahn-Geräusches bei höheren Geschwindigkeiten vorgelegt werden.

– Krafträder

Am 31. Oktober 1993 hat die Kommission der Europäischen Gemeinschaften mit dem Ratsdokument 10904/93 einen Vorschlag zur weiteren Fortschreibung der Geräuschgrenzwerte für zweirädrige und dreirädrige Kraftfahrzeuge vorgelegt. Dieser Vorschlag steht im Zusammenhang mit dem Betriebserlaubnisverfahren für die gesamte Fahrzeugkategorie, das Gegenstand der EG-Richtlinie 92/61/EWG des Rates vom 30. Juni 1992 (Rahmenrichtlinie) ist.

– Luftverkehr

Der Rat der EG hat am 2. März 1992 eine EG-Richtlinie (92/14/EWG) zur Einschränkung des Betriebs von Flugzeugen des Teils II Kapitel 2 Band I des Anhangs 16 zum Luftfahrtabkommen der ICAO erlassen. Nach dieser Richtlinie sind die lauten Kapitel-2-Flugzeuge im Zeitraum vom 1. April 1995 bis zum 31. März 2002 EU-weit auszumustern. Das bedeutet, daß ab dem 1. April 2002 in den EU-Mitgliedstaaten nur noch zivile Unterschallstrahlflugzeuge verkehren dürfen, die die strengeren Lärmgrenzwerte des ICAO-Anhangs 16, Band I, Kapitel 3 einhalten. Die Richtlinie ist mit der 9. Verordnung zur Änderung der Luftverkehrs-Ordnung (LuftVO) vom 28. März 1995 (BGBl. I S. 391) durch eine entsprechende Neuregelung von § 11c der LuftVO in deutsches Recht umgesetzt worden. Die Bundesregierung ist mit ihrem Luftfahrtforschungsprogramm bemüht, die Lärmemission von Flugzeugen über Technologieentwicklung weiter zu reduzieren.

2.3.2.2 Maßnahmen an Kraftstoffen und Betankungsanlagen

Veränderte Kraftstoffzusammensetzungen wirken sich sowohl auf die Betankungsemissionen inklusive Kraftstofflagerung und -transport als auch auf die motorischen Emissionen aus.

2.3.2.2.1 Kraftstoffe

Der motorisierte Verkehr trägt in erheblichem Maße zur Luftbelastung bei. Dies gilt sowohl für die als Ozonvorläufersubstanzen zählenden leichtflüchtigen organischen Verbindungen (NMVOC) und Stickstoffoxide (NO_x) als auch für die als krebserzeugend eingestuften Stoffe Benzol und Rußpartikel. In der Bundesrepublik Deutschland betrug im Jahre 1990 der Anteil des Verkehrs an den Emissionen für NO_x rd. 56 %, für NMVOC rd. 47 % und an Benzol- und Dieselrußpartikelemissionen sogar über 90 %.

Aus Gründen des Umwelt- und Gesundheitsschutzes müssen die Emissionen in den nächsten Jahren weiter deutlich gemindert werden. Hierzu stehen künftig neben fahrzeugtechnischen und verkehrsbeschränkenden Maßnahmen der verstärkte Einsatz emissionsärmerer Kraftstoffe im Mittelpunkt. Kraftstoffbezogene Maßnahmen wie veränderte Otto- oder Dieselkraftstoffe wirken umgehend für die gesamte Kraftfahrzeugflotte.

Auf dem Kraftstoffsektor wurden in den letzten Jahren folgende Regelungen der EG-Kommission der EU umgesetzt bzw. nationale Vorschriften erlassen:

Zweite Änderung zur Verordnung über Schwefelgehalt von leichtem Heizöl und Dieselkraftstoff (3. BImSchV)

Mit der Änderung der 3. BImSchV vom 26. September 1994 wurde die Einführung von schwefelarmem Dieselkraftstoff beschlossen. Die Verordnung schreibt die Herabsetzung des Schwefelgehaltes im Dieselkraftstoff auf maximal 0,05 Gewichtsprozent zum 1. Oktober 1996 verbindlich vor. Durch diese

Verordnung wird die auf deutsche Initiative verabschiedete EU-Gasölrichtlinie vom 23. März 1993 umgesetzt. Die Rußemissionen im Straßenverkehr können allein durch diese Maßnahme um bis zu 15 Prozent reduziert werden. Die deutsche Mineralölindustrie hat bereits zum Herbst 1995 schwefelarmen Dieselkraftstoff eingeführt.

Verordnung über die Beschaffenheit und die Auszeichnung der Qualitäten von Kraftstoffen (10. BImSchV)

Mit der Verordnung über die Beschaffenheit und die Auszeichnung der Qualitäten von Kraftstoffen vom 13. Dezember 1993 müssen alle Kraftstoffe vom Ottokraftstoff über Diesel bis zum Flüssiggas fest definierten Mindestanforderungen genügen. Bisher galten solche Qualitätsanforderungen nur für Ottokraftstoffe. Die Qualitätsanforderungen entsprechen den im Mai 1993 festgelegten europäischen EN-Normen, deren deutsche Ausgaben (DIN EN) mit der Kraftstoffqualitätsverordnung in die deutsche Gesetzgebung einfließen. Gleichzeitig wurden durch die Definition des „schwefelarmen Dieselkraftstoffs" die Voraussetzungen geschaffen, durch eine geeignete Auszeichnung das Angebot von schwefelarmem Dieselkraftstoff noch vor der EG-weiten Einführung am 1. Oktober 1996 werbewirksam herauszuheben.

Zur einheitlichen Durchführung der Verordnung hat die Bundesregierung am 13. Januar 1994 eine Allgemeine Verwaltungsvorschrift verabschiedet. Diese Verwaltungsvorschrift legt die Prüfkriterien fest, die den bundeseinheitlichen Vollzug der neuen Kraftstoffqualitätsverordnung durch die Länder gewährleisten.

Verordnung über Chlor- und Bromverbindungen als Kraftstoffzusatz (19. BImSchV)

Der Erlaß dieser Verordnung vom 17. Januar 1992, wonach Chlor- und Bromverbindungen (Scavenger) als Zusätze in Kraftstoffen für Kraftfahrzeuge zur Senkung der Dioxin- und Furanbelastung in der Luft verboten werden, wurde im 5. Immissionsschutzbericht auf Seite 87 bereits erörtert.

Von den besonders umweltrelevanten Kraftstoffinhaltsstoffen sollen die Bleiverbindungen und das Benzol besonders herausgestellt werden.

Durch Steuervorteile für bleifreie Kraftstoffe ist ein starker Absatzrückgang von bleihaltigem Kraftstoff eingetreten (siehe Abbildung/Tabelle 5). Im Mai 1995 lag der Anteil bleifreier Ottokraftstoffe bei 94,25 %. Damit wird die Lagerung und die Verteilung bleihaltigen Kraftstoffes in Zukunft unwirtschaftlich.

Mit der Werbung für benzolarmes Super-plus-Benzin (98 Oktan) und dem Angebot von Ventilschutzadditiven zur Nutzung von bleifreiem Kraftstoff anstelle verbleiten Kraftstoffes ist in Kürze mit einer vollständigen Marktverdrängung von verbleitem Kraftstoff zu rechnen.

Um eine Senkung der Benzolbelastung zu erreichen, sind noch umfangreiche Maßnahmen notwendig. Während sich Benzolemissionen aus dem industriellen Bereich in den letzten Jahren aufgrund der in der TA Luft festgelegten Anforderungen bei Altanlagen um etwa 30 % seit Ende der 80er Jahre verringert haben, sind die verkehrsbedingten Benzolemissionen weiter in den Mittelpunkt der Diskussion gerückt.

Der Kraftfahrzeugverkehr ist mit ca. 90 % der Gesamtemissionen der wesentlichste Benzolemittent. Dabei treten in Ballungsräumen die höchsten Belastungen in Straßenschluchten auf.

Für Ottokraftstoffe haben Untersuchungen gezeigt, daß verminderte Benzol-, Aromaten- und Schwefelgehalte sowie die Verringerung der Siedecharakteristik T90 und des Dampfdruckes RVP zu deutlich geringen Emissionen an Kohlenwasserstoffen, Kohlenmonoxid und Benzol, in geringerem Maße an Stickoxiden, führen.

Als Minderungsmöglichkeit in diesem Bereich kommt insbesondere die Senkung des Benzol- und Aromatengehaltes in Ottokraftstoffen in Betracht. Die Bundesregierung drängt daher in der EU auf die Herabsetzung des Benzolgehaltes auf maximal 1 Vol.-% bei gleichzeitiger Begrenzung des Aromatengehaltes auf 30 Vol.-%. Als erster Schritt für die Herabsetzung des Benzolgehalts in Ottokraftstoffen wird seit Herbst 1995 die Kraftstoffsorte „Super Plus" mit einem Benzolgehalt von unter 1 Vol.-% angeboten. Für die beschleunigte Markteinführung von benzolarmem Benzin prüft die Bundesregierung eine entsprechende steuerliche Förderung.

Darüber hinaus kommt es zur Minderung der Emission von Benzol im Zusammenhang mit der Umsetzung von emissionsbegrenzenden Anforderungen der TA Luft bei Lagerung, Umschlag und Transport von Ottokraftstoffen bei genehmigungsbedürftigen Anlagen sowie der Umsetzung der 20. und 21. BImSchV bei nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen (siehe Abschnitt 2.3.2.2.2).

2.3.2.2.2 Betankungsemissionen

Zur Minderung der Kohlenwasserstoffemissionen von Ottokraftstoff bei der Lagerung, dem Transport und der Betankung sind zwei nationale Verordnungen erlassen worden, die sich in der Umsetzung befinden.

Verordnung zur Umfüllung und Lagerung von Ottokraftstoffen (20. BImSchV)

Mit dem Inkrafttreten der Verordnung im Oktober 1992 werden Emissionen im Bereich der nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen vermindert. Dies umfaßt Tankläger unter 5 000 t Lagerkapazität, Kesselwagen der Eisenbahn, Tankmotorschiffe, Tanklastwagen und Tankstellenvorratsbehälter.

Prinzip der Emissionsminderung ist die Gaspendelung, d. h. die beim Befüllen von Behältern verdrängten Dämpfe werden gesammelt und in Dämpferückgewinnungsanlagen verflüssigt bzw. verwertet. Durch das konsequente Gaspendeln in einem nahezu geschlossenen System wurden die Emissionen aus diesem Bereich, verglichen mit dem unkontrollierten Zustand, zwischen 1992 und 1995 auf ca. 15 % reduziert.

In den Dämpferückgewinnungsanlagen werden die mit Kohlenwasserstoffen angereicherten Dämpfe zu über 99,9 % verwertet und größtenteils dem Kraftstoff wieder zugeführt. Durch meist zweistufige Rückgewinnungsverfahren wird die Abluft der Anlagen so weit gereinigt, daß die Emissionsgrenzwerte der TA Luft Nr. 3.1.7 eingehalten werden (150 mg/m^3 Kohlenwasserstoffe, 5 mg/m^3 Benzol).

Zu dieser Verordnung wurde auch im 5. Immissionsschutzbericht (Seite 75) berichtet.

Richtlinie (94/63/EG)

Zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen (VOC-Emissionen) bei der Lagerung von Ottokraftstoffen und seiner Verteilung, von den Auslieferungslagern bis zu den Tankstellen, wurde am 20. Dezember 1994 die EG-Richtlinie 94/63/EG erlassen („Stage I"-Richtlinie). Die zentralen Bestimmungen werden mit der TA Luft und der 20. BImSchV sowie vorgezogenen freiwilligen Maßnahmen der Unternehmen bereits weitgehend angewendet.

Verordnung zur Betankung von Kraftfahrzeugen (21. BImSchV)

Am 1. Januar 1993 trat die Verordnung zur Begrenzung der Kohlenwasserstoffemissionen beim Betanken von Kraftfahrzeugen in Kraft. Über 75 % der bei der Fahrzeugbetankung entstehenden Benzindämpfe werden mit dem sogenannten Saugrüssel in die unterirdischen Lagertanks zurückgeführt und gespeichert. Die gesammelten Dämpfe werden den Dämpferückgewinnungsanlagen zugeführt. Bei einem Absatz von über 30 Mio. t Ottokraftstoff jährlich werden schon heute mehr als 50 % der vor Inkrafttreten der 21. BImSchV entstehenden Dämpfe gemindert (d. h. Emissionen in 1995 23 000 t verglichen zu 51 815 t in 1992).

Auch zu dieser Verordnung wurde bereits im 5. Immissionsschutzbericht (Seite 75) berichtet.

2.3.2.3 Fahrweg

Straßen

Neben der Entwicklung von Vorschriften zur Begrenzung der Reifengeräusche fördert die Bundesregierung auch die Entwicklung leiserer Fahrbahnen. In einem Großversuch wurde zunächst das Lärmminderungspotential von offenporigen Asphaltdeckschichten untersucht. Danach sind mit relativ feinkörnigen und hohlraumreichen offenporigen Deckschichten Lärmminderungen von bis zu 5 dB(A) auf Außerortsstrecken gegenüber Standard-Fahrbahndecken zu erreichen, bei allerdings beschränkter bautechnischer Nutzungsdauer. z. Z. werden konventionelle geschlossene Deckschichten optimiert. In einem Großversuch sollen die Gesetzmäßigkeiten der Lärmerzeugung des Reifens auf der Fahrbahn weiter analysiert werden, um durch gezielte Verbesserung der Fahrbahnbeläge das Reifen-Fahrbahn-Geräusch weiter zu vermindern.

Schienen

Die Geräuschemissionen des Schienenverkehrs hängen sehr stark vom Zustand der Schienen ab. Bei repräsentativen Messungen der Deutschen Bahn AG auf ca. 3 000 km ihres Netzes lagen auf etwa 22 % davon die Emissionspegel um 5 dB(A) und mehr über denen eines durchschnittlich gepflegten Gleises. Selbst wenn man die extremen Meßwerte (2,1 % der gemessenen Pegelwerte) nicht berücksichtigt, betragen die Pegelunterschiede bis zu 23 dB(A). Durch die Herstellung und Erhaltung eines guten Gleiszustandes mittels regelmäßigen Schienenschleifens lassen sich erhebliche Lärmminderungen erzielen.

Lärmvorsorge und Lärmsanierung an Straßen und Schienenwegen

Der Bund hat im Zeitraum 1990 bis 1993 für Lärmschutzmaßnahmen im Rahmen der Lärmvorsorge und der Lärmsanierung an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes rund 1 500 Mio. DM ausgegeben. Dabei wurden sowohl aktive als auch passive Maßnahmen durchgeführt.

Unter die aktiven Lärmschutzmaßnahmen fallen insbesondere

- Lärmschutzwälle,
- Lärmschutzwände,
- Einschnitts- und Troglagen,
- Teil- und Vollabdeckungen (Tunnel),
- Lärmmindernde Fahrbahnbeläge.

Unter die passiven Lärmschutzmaßnahmen fallen:

- Lärmschutzfenster,
- Verstärkungen an den Außenwänden, Außentüren und Dächern von Gebäuden.

Vielfach bietet sich auch die Kombination verschiedener Schutzmaßnahmen an.

Die Ausgaben für den Lärmschutz an bestehenden Bundesfernstraßen (Lärmsanierung) werden im Bundeshaushalt gesondert ausgewiesen. Die Ausgaben, die jährlich für den Lärmschutz beim Neubau und Änderung von Bundesfernstraßen (Lärmvorsorge) anfallen, sind Bestandteil der Baukosten und werden seit 1979 von den Straßenbauverwaltungen der Länder auf Wunsch des Bundesministers für Verkehr gesondert ermittelt. Der Bund hat von 1990 bis 1993 insgesamt 1 183 Mio. DM für die Lärmvorsorge und 334 Mio. DM für die Lärmsanierung an Bundesfernstraßen zur Verfügung gestellt.

Für die Lärmvorsorge an den Neubaustrecken Hannover–Würzburg und Mannheim–Stuttgart werden Mittel von ca. 250 Mio. DM aufgewendet.

An Schienenwegen fördert die Bundesregierung die Entwicklung einer speziellen Form von Lärmschutzwänden, die – zur Abschirmung des Rad-Schienen-Geräusches – in unmittelbarer Nähe der Gleise aufgestellt werden und deutlich niedriger als konventionelle Lärmschutzwände sind. Gegenüber hohen Schallschutzwänden haben sie den Vorteil, daß sie das Landschaftsbild weniger beeinträchtigen, leich-

ter aufzustellen sind und geringere Investitionskosten verursachen.

Der Einsatz solcher niedrigen Schallschutzwände wurde im Bereich der Deutschen Bahn zunächst an eingleisigen Strecken untersucht. Bei Zuggeschwindigkeiten von ca. 100 km/h ergaben sich Verringerungen der mittleren Vorbeifahrtpegel von 5 dB(A) (Güterzüge und scheibengebremste Personenzüge) bzw. bis 7 dB(A) (klotzgebremste Personenzüge). Die Wirkung der Wand konnte für Personenzüge noch um ca. 4 dB(A) durch aufsetzbare Zusatzelemente verbessert werden.

Seit November 1994 werden diese Untersuchungen an einer zweigleisigen Bahnstrecke fortgesetzt. Dabei wird vor allem die – erwartungsgemäß verminderte – Abschirmwirkung einer niedrigen Lärmschutzwand für das entferntere Gleis untersucht. Darüber hinaus soll diese Untersuchung weitere Erkenntnisse zur praktischen Anwendbarkeit niedriger Lärmschutzwände liefern, da aus Gründen der Eisenbahnbetriebssicherheit und des Arbeitsschutzes ein bestimmter Sicherheitsraum am Gleis freibleiben muß.

2.3.3 Nichttechnische Maßnahmen

Auch in den letzten Jahren sind der Fahrzeugbestand und das Verkehrsaufkommen im Straßenverkehr trotz konjunkturbedingter Einschnitte in den Jahren 1993 und 1994 sowohl im Personenverkehr als auch im Güterverkehr weiter gewachsen. Daher hat u. a. der verkehrsbedingte CO_2-Ausstoß trotz Verbrauchsminderungen der Einzelfahrzeuge bei wachsender Fahrleistung weiter zugenommen.

Durch eine verbesserte Fahrzeugtechnik, insbesondere auf Grund des wachsenden Anteils von Katalysatorfahrzeugen, können erhebliche Emissionsminderungen bei den anderen Schadstoffen erreicht werden. Technische Maßnahmen allein sind allerdings nicht ausreichend, um weitere Emissionsminderungen herbeizuführen.

Die Bundesregierung verfolgt deshalb ein Bündel von preis-, investitions- und ordnungspolitischen sowie unternehmensbezogenen Maßnahmen, Informations- und Schulungsmaßnahmen, die sich gegenseitig ergänzen: neben der Verkehrsverminderung die Verkehrsverlagerung auf umweltschonendere Verkehrsträger, die Vernetzung der Verkehrsträger miteinander zum Aufbau effizienter intermodaler Transportketten unter Einbringung arteigener Vorteile der Verkehrsträger. Weitere Maßnahmen wie der Ausbau des kombinierten Verkehrs und der Einsatz von Telematiksystemen werden zu einer umweltschonenden Gestaltung des Verkehrs, vor allem des motorisierten Straßenverkehrs, beitragen.

2.3.3.1 Ökonomische Maßnahmen

Die durch den Verkehr – und insbesondere den Straßenverkehr – verursachten Kosten werden nach vorliegenden Studien nur zum Teil durch die Verursacher getragen. Eine gezielte Strategie des kostengerechten Verkehrs ist daher ein unverzichtbarer Bestandteil umweltorientierter Verkehrspolitik.

Innerhalb einer ökonomischen Strategie zur Minderung der Umweltbelastung durch den Verkehr stehen zwei Ansätze zur Verfügung: a) die Internalisierung der Umweltkosten, b) der Einsatz ökonomischer Instrumente zur Erreichung definierter Umweltziele (Lenkung).

Die *Internalisierungsstrategie* zielt auf den „richtigen" Preis, d. h. der Preis für Verkehrsdienstleistungen soll auch alle Umweltbelastungen, den Ge- und Verbrauch von Umweltgütern, beinhalten (Internalisierung der externen Umweltkosten). Nach dieser Theorie ergibt sich dann ein geringerer, an der Umweltverträglichkeit orientierter Konsum an Verkehrsdienstleistungen zu einem höheren Preis. Eine Umsetzung der Internalisierungsstrategie ist jedoch insofern problematisch, als die Bewertung der externen Umweltkosten mit sehr großen Unsicherheiten behaftet ist. So gibt es bis heute keinen Konsens über die Kostenansätze für einzelne Schäden. Grundsätzlicher ist jedoch das Problem, daß manche Schäden (z. B. Schäden durch Klimaveränderungen) erst in ferner Zukunft erkennbar werden und heute noch gar nicht in ihrem vollen Ausmaß erfaßbar und bewertbar sowie einzelnen Sektoren nicht direkt zurechenbar sind.

Im Gegensatz dazu begrenzt die *Lenkungsstrategie* die Menge an Verkehr (oder Kraftstoffverbrauch, Fahrleistungen, Fahrzeugen, Verkehrsanlagen etc.) aufgrund von Zielvorgaben. Dabei soll die Erreichung der Zielvorgabe über den Preis gesteuert werden.

Die einzelnen ökonomischen Maßnahmen sind unabhängig davon, ob eine Internalisierungs- oder Lenkungsstrategie vorgezogen wird. Jede Maßnahme hat ihren spezifischen Wirkungsschwerpunkt. Keine Maßnahme deckt alle Wirkungsbereiche ideal ab. Wirtschaftliche und soziale Randbedingungen müssen dabei berücksichtigt werden.

Beispielsweise kann eine Erhöhung der *Mineralölsteuer* zur Forcierung des Verkaufs kraftstoffsparender Fahrzeuge, aber auch zur Reduzierung der Fahrkilometer, d. h. der Fahrleistung, führen und ist ein geeignetes Instrument zur weiteren Senkung des CO_2-Ausstoßes.

Auf Beschluß des Bundestages wurde zum 1. Januar 1994 die Mineralölsteuer für Benzin und Dieselkraftstoff erhöht.

	von	auf
Benzin verbleit	0,92 DM/l	1,08 DM/l
Benzin unverbleit	0,82 DM/l	0,98 DM/l
Diesel	0,55 DM/l	0,62 DM/l

Als Ausgleich für die geringere Anhebung der Mineralölsteuer beim Dieselkraftstoff wurde die Kfz-Steuer für Diesel-Pkw um 7,50 DM/100 cm^3 angehoben. Die durch die Anhebung der Mineralölsteuer entstehenden Steuermehreinnahmen sollen vor al-

lem der im Rahmen der Bahnreform notwendigen Entschuldung der Bahn zugute kommen. Damit wird ein Beitrag zur Stärkung der umweltfreundlichen Bahn geleistet. 1994 sank die Pkw-Fahrleistung gegenüber 1993 um 2,3 %, was zumindest teilweise als Folge der Mineralölsteuererhöhung zu werten ist.

Zur Reduzierung der Fahrleistungen können auch *Straßenbenutzungsgebühren* herangezogen werden. Um diesen Effekt zu erreichen, müssen sie fahrleistungsabhängig erhoben werden (elektronisches Road Pricing) und Ausweichreaktionen auf nichtbepreiste Straßen ausschließen. Eine Senkung des Kraftstoffverbrauches oder der spezifischen Emissionen ist mit Straßengebühren im Prinzip ebenfalls möglich, allerdings in der Durchführung aufwendig, wenn sie kraftstoff- bzw. emissionsbezogen erhoben werden.

Auch eine stärker emissionsbezogene Kfz-Steuer wirkt auf die Minderung der spezifischen Emissionen hin.

Für Kraftfahrzeuge über 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht wurde die emissionsbezogene Kfz-Steuer ab 1. April 1994 eingeführt.

Nur auf lokaler Ebene wirken *Parkgebühren*. Sie können vor allem Bemühungen zur Verlagerung des Pkw-Verkehrs auf den öffentlichen Nahverkehr oder den Fußgänger- und Fahrradverkehr unterstützen. Zur Vermeidung unerwünschter Effekte, z. B. Verlagerung zu anderen Zielen anstatt auf andere Verkehrsmittel oder Ersetzen des Berufsverkehrsaufkommens durch Einkaufsverkehrsaufkommen, ist die Einbindung der Parkraumbewirtschaftung in ein Planungskonzept dringend geboten.

Grundsätzlich ist eine weitgehend ökonomische Strategie zur Reduzierung der verkehrlichen Umweltbelastungen denkbar. Sie wird sich in reiner Form jedoch nicht durchsetzen lassen. Ordnungspolitische Maßnahmen können die Effekte ökonomischer Maßnahmen unterstützen. Gleichzeitig müssen Alternativen angeboten werden, z. B. durch die Verbesserung des öffentlichen Verkehrs. Insofern wird die ökonomische Strategie in aller Regel eingebunden sein in ein ganzes Maßnahmenbündel.

2.3.3.2 Planerische Maßnahmen

In der Vergangenheit wurde die Verkehrsplanung häufig als isolierte Fachplanung betrieben, deren Aufgabe es war, für die gemäß der demographischen und wirtschaftlichen Entwicklung prognostizierte Verkehrsnachfrage die entsprechende Infrastruktur bereitzustellen und den Verkehrsablauf im bestehenden Netz zu verbessern. Die Wechselwirkungen der Verkehrsinfrastrukturplanung mit der Raum- und Siedlungsplanung vor allem im Hinblick auf die Entstehung neuer Verkehrsströme wurden nur wenig beachtet. Die Belange des Umwelt- und Immissionsschutzes wurden erst in einem relativ späten Planungsstadium berücksichtigt. Die Einführung der Umweltverträglichkeitsprüfung u. a. bei der Planung neuer Verkehrswege hat zwar zu einer umweltschonenden Planung im Einzelfall beigetragen, die grundlegenden Probleme im Spannungsfeld zwischen Stadt- und Raumplanung, Verkehrswegeplanung sowie Umwelt- und Immissionsschutz werden hierdurch jedoch nicht gelöst.

Auf der Konferenz der für Verkehr, Umwelt und Raumordnung zuständigen Minister und Senatoren der Länder und des Bundes am 5./6. Februar 1992 in Krickenbeck/Nettetal bestand daher Einvernehmen, daß die geforderte Trendänderung in der Verkehrspolitik nur durch eine integrierte Verkehrs-, Umwelt- und Raumordnungspolitik erreicht werden kann. In Arbeitskreisen der Länder unter Beteiligung des Bundes wird seither an der praktischen Umsetzung der Nettetaler Beschlüsse gearbeitet.

Hierbei sieht die Bundesregierung eine der vordringlichen Aufgaben zur Verringerung der verkehrlichen Emissionen und weiterer verkehrsbedingter Umweltbelastungen in der Förderung einer verkehrsvermeidenden Siedlungsstruktur durch kompakte Siedlungsbereiche mit maßvollen Dichten und einer stärkeren Nutzungsmischung als eine wesentliche Voraussetzung für die Reduzierung von Verkehrsleistung, insbesondere im motorisierten Individualverkehr.

Den vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen Mobilität, Verkehrsstruktur, Raumstruktur sowie Umwelt- und Naturschutz ist durch die Erarbeitung integrierter Konzepte, die die Raumordnung und Landesplanung, die regionale und lokale Siedlungsentwicklung, die Bundesverkehrswegeplanung, die Verkehrsplanung der Länder und Gemeinden sowie die Umweltplanung einbeziehen müssen, Rechnung zu tragen.

Durch eine abgestimmte Verkehrs-, Umwelt- und Raumentwicklungsplanung ist auch Immissionsbelastungen durch Luftschadstoffe vorzubeugen, die Verkehrsbeschränkungen nach § 40 BImSchG erfordern. Insgesamt ist das Potential zum Abbau von Lärm- und Luftbelastungen auszuschöpfen. Örtliche Lärmminderungspläne und regionale Luftreinhaltepläne können in Verbindung mit integrierten Planungen einen wichtigen Beitrag leisten.

2.3.3.2.1 Verkehrsvermeidung durch Standortplanung und Siedlungsstrukturentwicklung

Die verkehrlichen Wirkungen durch Standortentscheidungen größerer Projekte mit hohem Verkehrsaufkommen fanden in der Vergangenheit oft nicht die gebührende Berücksichtigung.

Die Prüfung der verkehrlichen Auswirkungen ist im Rahmen der Bauleitplanung materiell Gegenstand des bauplanungsrechtlichen Abwägungsprozesses. Bei der Standortwahl sollten vordringlich Standorte in Frage kommen, die gut in das Netz des Öffentlichen Verkehrs eingebunden sind.

In der städtebaulichen Praxis sollten Innenentwicklung und Stadterneuerung den Vorrang vor der Inanspruchnahme zusätzlicher Flächen im Außenbereich haben.

Mit dem Flächennutzungs- und Bebauungsplan steht den Kommunen ein leistungsfähiges Instrument zur Beeinflussung von Siedlungsdichte und Nutzungsmischung zur Verfügung. Die vorhandenen Spiel-

räume sollten von den Kommunen stärker genutzt werden. Bei der anstehenden Novellierung des Baugesetzbuches wird geprüft, ob gesetzliche Verbesserungen möglich sind.

Die Ausweisung maßvoll verdichteter Baugebiete mit gemischten Nutzungen, so wie sie in historisch gewachsenen Städten vorzufinden sind, wird z. B. dadurch erschwert, daß eine Ausweisung gemischt genutzter Gebiete gegenüber dem reinen Wohngebiet im Bewußtsein der Bevölkerung mit einem niedrigeren Schutzniveau gegenüber Lärmimmissionen verbunden wird. Hierdurch leidet die Akzeptanz derartiger Gebiete bei den Entscheidungsträgern und den Bürgern. Es ist deshalb zu prüfen, wie das allgemeine Wohngebiet, das bei hohem Schutzniveau eine Mischung von Wohnnutzung mit verträglichem Gewerbe zuläßt, in seiner Bedeutung für die Planungspraxis gestärkt werden kann.

Die Verdichtung der Bebauung wird u. a. durch hohe Anforderungen in den Landesbauordnungen an die Zahl der zu errichtenden Pkw-Stellplätze erschwert, so daß die verbleibenden Freiflächen in hohem Maße durch Stellplätze in Anspruch genommen würden oder aber zu hohen Kosten Tiefgaragen oder Parkhäuser gebaut werden müßten, was die Baukosten in die Höhe treibt. Die Bundesregierung beabsichtigt, bei der nächsten Novellierung dieser Rechtsnormen eine Umgestaltung mit dem Ziel der Verkehrsverminderung und -vermeidung zu prüfen.

Da das Angebot an Stellplätzen für Pkw einen erheblichen Einfluß auf die Verkehrsentstehung und Verkehrmittelwahl hat, sind die Länder aufgefordert, ihre Landesbauordnungen im Hinblick auf die geforderten Stellplätze für Bauvorhaben zu überprüfen. Die Bundesregierung begrüßt, daß einige Länder inzwischen die Anforderungen an den Stellplatzbau gesenkt haben und die Verwendung von Ablösesummen für Investitionen in öffentliche Verkehrsmittel oder Fahrradabstellanlagen zulassen.

2.3.3.2.2 Bundesverkehrswegeplanung

Die dem Fernstraßenverkehr zuzurechnenden Emissionen haben infolge der allgemeinen Zunahme des Straßengüter- und -personenverkehrs, insbesondere aber als Folge der Reaktivierung der Ost-West-Verkehrsbeziehungen nach Wegfall der deutsch/deutschen Grenze und der Öffnung Osteuropas sowie der zunehmenden Integration in den europäischen Binnenmarkt stark zugenommen. Ziel der Verkehrspolitik der Bundesregierung und damit ihrer im Bundesverkehrswegeplan 1992 (BVWP 92) sich niederschlagenden Verkehrsinvestitionspolitik ist, die verkehrsbedingten Umweltbelastungen zu reduzieren, um auch langfristig die für den Wirtschaftsstandort Deutschland erforderliche Mobilität umwelt- und sozialverträglich zu sichern.

Mit dem BVWP 92 hat die Bundesregierung entsprechende Schritte eingeleitet und damit die Voraussetzungen für eine umweltschonendere Bewältigung der zukünftigen Verkehrsnachfrage geschaffen: So wurden erstmals mehr Mittel für den Aus- und Neubau von Schienenwegen als für den Aus- und Neubau von Bundesfernstraßen vorgesehen, fand verstärkt die Vernetzung der Verkehrssysteme und die Verknüpfung der Verkehrsträger Berücksichtigung. Nun gilt es, diese investitionspolitische Entscheidung entsprechend den verkehrs-, umwelt- und raumordnungspolitischen Zielen sowie den gesamtwirtschaftlichen Anforderungen zu einem umweltgerechten Verkehrssystem umzusetzen.

Neben einer Überprüfung der Wettbewerbsbedingungen der verschiedenen Verkehrsträger im Fernverkehr mit dem Ziel einer gerechten Anlastung der verkehrsbedingten Umweltkosten hält es die Bundesregierung für vordringlich, die Bahn zu einem modernen und leistungsfähigen Verkehrsträger auszubauen, um so die Voraussetzung für eine stärkere Verlagerung des Verkehrs von der Straße und der Luft auf die Schiene zu schaffen. Auch im Bereich der Wasserstraßen wird die Verlagerung eines maßgeblichen Anteils des Straßengüterverkehrs auf den umweltfreundlichen Verkehrsträger Binnenschiffahrt angestrebt. Deshalb hält es die Bundesregierung für erforderlich, neben ordnungspolitischen Akzenten die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit der Wasserstraßeninfrastruktur zu verbessern. Durch die Vergabe von Forschungsvorhaben hat die Bundesregierung begonnen, die Bewertungsverfahren, die in der Bundesverkehrswegeplanung der Bedarfsermittlung an Neu- und Ausbaumaßnahmen dienen, im Hinblick auf die Anforderungen des Umweltschutzes und der Raumordnung weiterzuentwickeln und hierbei auch das Problem des induzierten Neuverkehrs mit einzubeziehen.

Auch bei verkürzten Planungsverfahren muß sichergestellt sein, daß die Belange des Natur- und Landschaftsschutzes gewahrt bleiben.

Die Bundesregierung hält es für geboten, durch geeignete bauliche und organisatorische Maßnahmen auch die Immissionsbelastungen in denjenigen Ortsdurchfahrten von Bundesstraßen zu verringern, die nicht durch Ortsumgehungen entlastet werden können. Mit den Empfehlungen für die Anlage von Hauptverkehrsstraßen (EAHV 93) wurde eine gute Voraussetzung geschaffen, hier Verbesserungen durch ortsverträgliche Geschwindigkeiten zu erzielen.

2.3.3.2.3 Städtische und regionale Verkehrsplanung

Das stetig wachsende Verkehrsaufkommen vor allem im motorisierten Straßenverkehr hat in vielen Städten und Ballungsräumen zu hohen Immissionsbelastungen durch Lärm und Abgase geführt. Planungen und Maßnahmen zur Minderung verkehrsbedingter Emissionen und Immissionen müssen hier in umfassende Konzepte zur Verbesserung des Wohnumfeldes, der Verkehrsverhältnisse sowie der städtischen Siedlungs- und Wirtschaftsstruktur eingebettet werden. Für die Bewältigung des Verkehrs sind emissionsarme und flächensparende Verkehrsmittel und Fahrzeuge erforderlich, die stadt- und sozialverträglich sind.

Stadtverkehr

Zur Lösung der Probleme des innerörtlichen Verkehrs und zur Verringerung verkehrsbedingter Um-

weltbelastungen steht bereits heute den Städten ein breitgefächertes Instrumentarium zur Verfügung, von dem bislang noch zu wenig Gebrauch gemacht wird.

In vielen Städten wurden inzwischen fortschrittliche Verkehrsentwicklungspläne aufgestellt, und in zunehmendem Maße werden Konzepte zur Verkehrsvermeidung diskutiert.

Die Bundesregierung unterstützt gemeinsam mit den Ländern die Städte und Gemeinden bei der Suche nach praxisgerechten Problemlösungsstrategien und bei der Weiterentwicklung der Verkehrsentwicklungsplanung. In den letzten Jahren wurden Elemente der flächenhaften Verkehrsberuhigung und der Förderung des nichtmotorisierten Verkehrs auch auf das Netz der Hauptverkehrsstraßen, soweit es sich nicht um Bundesstraßen handelt, übertragen, wo die Immissionsbelastungen besonders hoch sind.

Weitere Themenfelder der städtischen Verkehrsentwicklungsplanung wurden im Berichtszeitraum im Rahmen der Ressortforschung aufgegriffen und vertiefend untersucht, insbesondere

- Stellplatzkonzepte und Parkraummanagement in der Stadt,
- Städtischer Güter- und Wirtschaftsverkehr; Auswirkungen von Güterverteilzentren,
- Förderung des öffentlichen Personennahverkehrs; Mobilitätsmanagement,
- Rechnergestützte Systeme zur Verkehrsbeeinflussung,
- Konzepte zur Verringerung verkehrsbedingter Lärmbelastungen und Luftschadstoffe,
- integrierte gesamtstädtische Konzepte zur Verkehrsvermeidung und zur umweltschonenden Verkehrsentwicklungsplanung.

In diese Forschungsprogramme wurden auch die Kommunen und Landkreise in den fünf neuen Ländern einbezogen. Hervorzuheben ist hierbei das Forschungsprogramm „Umweltschonender Stadtverkehr in den fünf neuen Ländern" im Auftrag der Bundesregierung.

In Zusammenarbeit mit ausgewählten Städten und Landkreisen wurden Planungshilfen erarbeitet, die die bisher bekannten Erkenntnisse und Erfahrungen darstellen und hierbei die besonderen Ausgangsbedingungen in den neuen Ländern berücksichtigen. Modellvorhaben wurden in den Landkreisen Quedlinburg, Grevesmühlen sowie in der Stadt Brandenburg durchgeführt.

Regionale Entwicklung

Die Bemühungen um verkehrsvermeidende Siedlungs- und Standortstrukturen gestalten sich wegen der harten Konkurrenz zwischen Städten und Umlandgemeinden als Standort für Wohnen, Gewerbe und Handel schwierig.

Der Raumordnungspolitische Orientierungsrahmen und der Raumordnungspolitische Handlungsrahmen betonen als Leitbild für die Entwicklung von Verdichtungsräumen und ihrem Umland das Prinzip der dezentralen Konzentration. Durch den gezielten Ausbau von geeigneten Entlastungsorten im Umland der Verdichtungsräume durch die Förderung ihrer Eigenständigkeit und eines höheren Selbstversorgungsgrades ist eine Abnahme der Verkehrsströme in Richtung Verdichtungsraumkern zu erwarten. Die Bundesregierung fördert neue Instrumente zur Verbesserung der regionalen Kooperation durch Städtenetze und Regionalkonferenzen. Darüber hinaus werden im Rahmen der Novellierung des Raumordnungsgesetzes rechtliche Verbesserungen geprüft.

Finanzhilfen des Bundes

Die Bundesregierung fördert Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in den Gemeinden im Rahmen des Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetzes (GVFG). Die diesbezüglichen Mittel wurden für die Jahre 1992 bis 1996 erheblich (um 1,5 bzw. 3 Mrd. DM pro Jahr) aufgestockt. Seit der Novellierung des GVFG im Jahr 1992 wurde die Programmkompetenz für 80 % der Mittel vom Bund auf die Länder übertragen, die nun flexibel entscheiden können, welcher Anteil der Mittel für den kommunalen Straßenbau bzw. für den Ausbau des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) ausgegeben wird. Bei entsprechender Ausgestaltung der Maßnahmen wird damit auch die Immissionssituation in den Gemeinden verbessert. Länder und Gemeinden sind aufgefordert, die diesbezüglichen Handlungsspielräume zu nutzen.

Weitere Mittel zum Ausbau und Betrieb des Schienenpersonennahverkehrs stehen den Ländern ab dem Jahr 1996 nach dem Regionalisierungsgesetz zur Verfügung. Die Verantwortung für die Gestaltung und Durchführung des Schienenpersonennahverkehrs ist ab diesem Zeitpunkt auf die Länder übergegangen. Hiermit besteht die Chance, den regionalen ÖPNV stärker auf die Bedürfnisse der Bevölkerung auszurichten und zu Angebotsverbesserungen zu kommen.

Die zur Verfügung stehenden Finanzhilfen des Bundes nennt Tabelle 6.

Im übrigen hat die Bundesregierung durch die Änderung des Straßenverkehrsgesetzes den Kommunen die Möglichkeit eröffnet, höhere Parkgebühren zu erheben und den Verwendungszweck der Mittel z. B. auch auf den öffentlichen Personennahverkehr ausgeweitet.

2.3.3.2.4 Lärmminderungspläne und Luftreinhaltepläne im Verkehr

Die Bundesregierung hält es für vordringlich, gebietsbezogene Pläne zur Minderung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Immissionen aus dem Verkehr zu erstellen und umzusetzen. Mit der Änderung des BImSchG im Jahre 1990 wurde das planerische Instrumentarium zur Reduzierung verkehrsbedingter Immissionsbelastungen entscheidend verbessert.

Hinweise zu Lärmminderungsplänen werden im Abschnitt 3.2.2.1 gegeben.

Luftreinhaltepläne

Durch Umgestaltung der §§ 44 und 47 BImSchG wurde die Möglichkeit geschaffen, neben Luftreinhalteplänen zur Sanierung auch Luftreinhaltepläne zur Vorsorge aufzustellen, wenn in Gebieten zwar noch keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen aufgetreten sind, die Luftqualität jedoch aufgrund eines umfassenden Handlungskonzeptes verbessert werden soll. Auch Sanierungspläne sind nicht mehr zwingend an die förmliche Festsetzung von Untersuchungsgebieten (früher: Belastungsgebiete) gebunden, sondern sie sollen auch aufgestellt werden, wenn in bindenden Beschlüssen festgelegte Immissionswerte überschritten werden oder wenn sonstige schädliche Umwelteinwirkungen auftreten oder zu erwarten sind.

Luftreinhaltepläne befaßten sich in der Vergangenheit – aufgrund der Emissionssituation – überwiegend mit den Immissionen stationärer Quellen. Deren Bedeutung ist jedoch im Vergleich zum Verkehr als Verursacher in den letzten Jahren zurückgegangen. Sofern Luftreinhaltepläne auch Hinweise auf Maßnahmen im Verkehrsbereich enthielten, trat in der Praxis oft die Schwierigkeit auf, daß Luftreinhaltepläne, die von den Immissionsschutzbehörden der Länder erstellt werden, bislang zu wenig in die lokale und regionale Verkehrsentwicklungsplanung eingebunden wurden. Um die praktische Umsetzung von Luftreinhalteplänen weiter zu unterstützen, hat die Bundesregierung in Zusammenarbeit mit dem Land Thüringen ein Modellvorhaben veranlaßt, in dessen Rahmen in der Stadt Weimar ein Luftreinhalteplan u. a. auch zum Straßenverkehr erstellt werden soll.

Zur Aufstellung und Umsetzung von Luftreinhalteplänen im Verkehr werden Planungshilfen benötigt, die es erlauben, die Immissionsbelastungen durch Luftschadstoffe und die Auswirkungen von Maßnahmen abzuschätzen. Zu diesem Zweck können auch Rechenmodelle dienen, die die Darstellung der Entstehung und Ausbreitung verkehrsbedingter Luftschadstoffe in Straßenzügen, Stadtvierteln und Regionen ermöglichen. Die Bundesregierung fördert im Rahmen von FuE- und Modellvorhaben zur Reduzierung verkehrsbedingter Ozonvorläufersubstanzen und zur Durchführung von § 40 Abs. 2 BImSchG die Entwicklung derartiger Planungshilfen, um bundesweit die Umsetzung von Maßnahmen zu erleichtern. Die Bundesregierung ist zuversichtlich, daß im Zuge dieser Vorhaben die Umsetzung von Maßnahmen zur Reduzierung verkehrsbedingter Luftschadstoffe nachhaltig gefördert wird.

2.3.3.3 Verkehrsbeschränkungen im Straßenverkehr

Technische Maßnahmen am Fahrzeug und Maßnahmen der Verkehrsplanung sind Instrumente einer langfristigen Sicherung der Luftqualität und der Wohnruhe. Für kurzfristig notwendige Entlastungen der Immissionssituation steht das Instrument der Verkehrsbeschränkungen und Verkehrsverbote zur Verfügung.

Nach § 45 der Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) können die Straßenverkehrsbehörden zur Sicherheit und Ordnung des Verkehrs sowie zum Schutz der Wohnbevölkerung vor Lärm und Abgasen den Verkehr auf bestimmten Straßen und Straßenstrecken beschränken oder verbieten und den Verkehr umleiten.

Verkehrsbeschränkungen zur Sicherheit und Ordnung des Verkehrs

Da sich die Ziele der Verkehrssicherheit sowie der Ordnung des Verkehrs (d. h. das geregelte Zusammenspiel aller Verkehrsarten und Verkehrsteilnehmer im Straßenverkehr; Leichtigkeit des Verkehrs als System) nach neuerem Planungsverständnis gut mit den Zielen des umweltschonenden Stadtverkehrs vereinbaren lassen, können viele Maßnahmen, die auch die Immissionen von Lärm und Abgasen verringern, mit dem Ziel der Erhaltung der Sicherheit und Ordnung des Verkehrs ergriffen werden. Bei der Anwendung straßenverkehrsrechtlicher Maßnahmen ist allerdings auch die straßenrechtliche Widmung der Straße zu beachten, so daß Anordnungen, die die Funktion einer Straße nachhaltig verändern, ggf. erst durchgeführt werden können, wenn die Straße nach Maßgabe einer durchdachten Verkehrskonzeption straßenrechtlich umgewidmet wurde (z. B. von einer Hauptverkehrsstraße zur Erschließungsstraße). Straßenrechtliche Umwidmungen sind – nach einem Urteil des Bundesverwaltungsgerichts – nicht erforderlich, wenn in der Innenstadt die Straßen für den allgemeinen Verkehr mit Ausnahmen z. B. für Busse, Taxis und den Lieferverkehr gesperrt werden sollen, wenn anderenfalls die Ordnung des Verkehrs und die Erreichbarkeit der Innenstadt nicht mehr gewährleistet wäre.

Verkehrsbeschränkungen zum Schutz vor Lärm

Verkehrsbeschränkungen nach § 45 Abs. 1 Nr. 3 StVO speziell zum Schutz der Wohnbevölkerung vor unzumutbarem Lärm (z. B. Nachtfahrverbote für Lkw) werden in der Praxis häufig nicht nur auf Initiative der Verwaltung, sondern auch auf Verlangen der Anwohner durchgeführt. Voraussetzung dafür ist, daß die Belastung das ortsübliche Maß übersteigt, daß Maßnahmen praktisch möglich sind und der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit gewahrt bleibt.

Nach der Rechtsprechung haben die Straßenverkehrsbehörden im Hinblick auf das Schutzziel der Wohnruhe auch schon bei vergleichsweise niedrigen Pegeln (z. B. deutlich unter 60 dB[A] am Tage) die Notwendigkeit, Zweckmäßigkeit und Durchführbarkeit von Verkehrsbeschränkungen zum Lärmschutz zu prüfen.

Verkehrsbeschränkungen zum Schutz vor Abgasen

- Wintersmog § 40 Abs. 1 BImSchG

  Verkehrsbeschränkungen zum Schutz vor verkehrsbedingten Luftschadstoffen sind nach Maßgabe von § 40 Abs. 1 BImSchG und § 45 Abs. 1d StVO während austauscharmer Wetterlagen möglich und wurden im Gefolge landesrechtlicher Smogverordnungen in der Vergangenheit einige Male in belasteten Gebieten angeordnet.

- Verkehrsbeschränkungen nach § 40 Abs. 2 BImSchG

  Von der Möglichkeit, Verkehrsbeschränkungen nach § 45 Abs. 1 Nr. 3 StVO zum Schutz der Wohn-

bevölkerung vor Abgasen in hochbelasteten Straßenzügen anzuordnen, dürfte im Vergleich zu anderen Verkehrsbeschränkungen bislang nur wenig Gebrauch gemacht worden sein. Die Straßenverkehrsbehörden sahen sich bisher Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Belastungen sowie der Auslösewerte für ihr Handeln gegenüber. Den Straßenverkehrsbehörden fehlten handhabbare Verfahren, um die Belastung feststellen zu können, sowie Auslösewerte für ihr Handeln. Der Gesetzgeber hat mit der Einführung von § 40 Abs. 2 BImSchG im Jahr 1990 die Voraussetzungen für verbesserte Eingriffsmöglichkeiten geschaffen. Er ermächtigte die Immissionsschutzbehörden der Länder, bei Überschreitung bestimmter Immissionskonzentrationen von Luftschadstoffen in Straßen die Notwendigkeit von Verkehrsbeschränkungen zu prüfen und erforderlichenfalls die Straßenverkehrsbehörden zu benachrichtigen. Diese haben dann nach Maßgabe von § 45 StVO die Zweckmäßigkeit und Durchführbarkeit von Maßnahmen zu untersuchen und ggf. im Einvernehmen mit den Immissionsschutzbehörden und der betroffenen Gemeinde Maßnahmen zu ergreifen.

Die Verordnung nach § 40 Abs. 2 BImSchG über die Festlegung von Konzentrationswerten, die die Bundesregierung beschlossen hat und der der Bundesrat am 18. März 1994 mit einigen Änderungen zugestimmt hat, legt Prüfwerte für NO_2, Benzol und Ruß fest. Diese Verordnung soll zusammen mit einer Verwaltungsvorschrift, die noch der Zustimmung des Bundesrates bedarf, in Kraft gesetzt werden.

– Sommersmog

Ozon entsteht aus den Ozonvorläufersubstanzen Stickstoffoxide (NO_x) und Kohlenwasserstoffe (HC) erst durch eine komplexe chemische Reaktionskette unter Einwirkung von Sonnenstrahlen. Als Ergebnis einer intensiven Diskussion in Bund und Ländern über die Notwendigkeit und Zweckmäßigkeit von Verkehrsbeschränkungen zur Bekämpfung hoher Ozonkonzentrationen (Sommersmog) trat am 26. Juli 1995 das Gesetz zur Änderung des BImSchG in Kraft. Die neuen Vorschriften sehen bei Überschreiten eines Konzentrationswertes von 240 $\mu g/m^3$ unter bestimmten Randbedingungen ein großflächiges Verkehrsverbot vor, von dem Kraftfahrzeuge mit geringem Schadstoffausstoß ausgenommen sind sowie solche Kraftfahrzeuge, deren Benutzung im öffentlichen Interesse oder im überwiegenden privaten Interesse liegt, insbesondere zur Aufrechterhaltung des Produktionsablaufs oder zur Versorgung der Bevölkerung mit lebensnotwenigen Gütern und Dienstleistungen, erforderlich ist.

Benutzervorteile für emissionsarme Kraftfahrzeuge

Neben der Befreiung besonders schadstoffarmer Kraftfahrzeuge von Fahrbeschränkungen bei Wintersmog sind Benutzervorteile für lärmarme Lkw ein weiteres Beispiel für die Strategie der Bundesregierung, das Inverkehrbringen besonders emissionsarmer Kraftfahrzeuge durch Bevorrechtigungen zu fördern.

Hierzu hat die Bundesregierung mit der Anlage XXI von 1984 und den Anlagen XIV und XV von 1994 zur StVO wichtige Voraussetzungen geschaffen. Mit den Anlagen XXI und XIV wird der „lärm- bzw. geräuscharme" Lastkraftwagen definiert (vgl. Tabelle 4), die Anlage XV führt für die geräuscharmen Lastkraftwagen ein Kennzeichen zur Anbringung am Fahrzeug ein.

Damit wurden Grundlagen für die Einführung von Benutzervorteilen (Ausnahmen von Lkw-Fahrbeschränkungen für lärmarme Lkw) und für lärmarme Lkw bevorzugende Beschaffungsrichtlinien der öffentlichen Hand geschaffen.

Darüber hinaus hat die Bundesregierung die Umsetzung des Konzeptes der Benutzervorteile, das zunächst in kleineren Gemeinden erfolgreich realisiert wurde, auch in Großstädten gefördert. Die Stadt Heidelberg hat als erste deutsche Großstadt in einem Stufenplan seit 1991 bislang 10 Lkw-Lärmschutzzonen eingerichtet, in denen lärmarme Lkw rund um die Uhr fahren dürfen, während konventionelle Lkw nur an wenigen Vormittagsstunden Zufahrt haben.

Trotz dieser Fördermaßnahmen der Bundesregierung war lange Zeit der Marktanteil der lärmarmen Lkw nicht zufriedenstellend. Hier hat das Jahr 1990 eine Wende gebracht, die auch von der Gewährung von Benutzervorteilen durch die österreichische Regierung (Ausnahme vom Nachtfahrverbot im Alpen-Transit für lärmarme Lkw nach österreichischer Vorschrift) beeinflußt wurde. Inzwischen werden ca. 174 lärmarme Lkw-Typen bis zu einem zulässigen Gesamtgewicht von 26 t und einer Motorleistung von 503 PS bzw. 370 kW am Markt angeboten.

2.3.3.4 Sonstige rechtliche Maßnahmen

2.3.3.4.1 Ziviler Luftverkehr

Ein kleiner Teil des Flugbetriebs an den deutschen Verkehrsflughäfen wird derzeit noch mit den lauten Kapitel-2-Flugzeugen abgewickelt. Nach einer Richtlinie des Rates der EG vom 2. März 1992 (92/14/EWG) sind diese Luftfahrzeuge im Zeitraum vom 1. April 1995 bis zum 31. März 2002 schrittweise vom Verkehr zu Flughäfen in der EU auszuschließen.

Durch Benutzervorteile für die Betreiber der gegenüber den Kapitel-2-Flugzeugen leiseren Kapitel-3-Flugzeuge wird außerdem versucht, den Anteil dieser Luftfahrzeuge an den deutschen Verkehrsflughäfen zu steigern. Zu den Benutzervorteilen gehören insbesondere die lärmabhängigen Start- und Landegebühren.

Für Luftfahrzeuge ohne Lärmzulassung nach ICAO-Anhang 16 und für Kapitel-2-Flugzeuge wird eine deutlich höhere Gebühr erhoben als für Luftfahrzeuge, die den schärferen Anforderungen des ICAO-Anhangs 16, Band I, Kapitel 3 genügen.

Wegen der zum Teil beträchtlichen Unterschiede bei den Geräuschemissionen von Kapitel-3-Flugzeugen ist aus Umweltsicht auch eine Landegebührendifferenzierung bei diesen Luftfahrzeugen sinnvoll. Ein

erster Schritt hierzu wurde vor einiger Zeit mit der Einführung des sogenannten Listenverfahrens bei den Landegebühren getan, das von verschiedenen deutschen Verkehrsflughäfen angewendet wird. Dabei wird den in jeweils einer Abflug- und einer Anflugliste aufgeführten lärmärmeren strahlgetriebenen Kapitel-3-Flugzeugen ein Landegebühren-Bonus eingeräumt. Damit entsteht auch innerhalb der Gruppe der Kapitel-3-Flugzeuge ein finanzieller Anreiz zum Betrieb leiserer Flugzeuge.

Im Rahmen der o. g. 9. LuftVO ist auch der § 6 der Luft-VO geändert worden, in dem jetzt für Überlandflüge nach Sichtflugregeln mit zivilen motorgetriebenen Luftfahrzeugen eine Mindesthöhe von 600 m eingeführt wurde. Durch diese Maßnahme wird bei diesen Flügen eine deutlich spürbare Minderung des Überfluglärms von z. B. kleineren Propellerflugzeugen erzielt.

Zur Reduzierung der Fluglärmbelastung ist nach der Verordnung über die zeitliche Einschränkung des Flugbetriebs mit Leichtflugzeugen und Motorseglern an Landeplätzen (Landeplatzverordnung) vom 16. August 1976 (BGBl. I S. 2216) der nichtgewerbliche zivile Flugbetrieb an zahlreichen Landeplätzen mit höherem Verkehrsaufkommen zeitlich eingeschränkt. Die Bundesregierung erarbeitet zur Zeit eine Novelle dieser Verordnung.

Durch die vorgesehene Novellierung der Landeplatzverordnung soll eine Reduzierung der Lärmbelastung der Anwohner stark frequentierter Landeplätze erzielt werden.

2.3.3.4.2 Militärischer Luftverkehr

Zur Minderung der Lärmbelastung durch militärische Tiefflüge hat die Bundesregierung in der Vergangenheit zahlreiche Maßnahmen getroffen. Hierzu gehören z. B. tageszeitliche Beschränkungen des Flugbetriebs, die Verlagerung von Teilen der fliegerischen Ausbildung ins Ausland und die verstärkte Nutzung des Luftraums über der Nord- und Ostsee. Die Bundesregierung hat darüber hinaus im September 1990 verfügt, daß Tiefflüge mit militärischen Strahlflugzeugen über dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland nur noch mit einer Mindestflughöhe von 300 m über Grund durchgeführt werden dürfen, während vorher in bestimmten Tieffluggebieten bis zu 75 m über Grund geflogen werden durfte. Ausnahmen von dieser Regelung werden nur in sehr begrenztem Umfang zugelassen.

Insgesamt hat das Tiefflugaufkommen über dem Gebiet der Bundesrepublik in den letzten Jahren stark abgenommen. Die Bundesregierung ist auch zukünftig bestrebt, den Umfang des militärischen Flugbetriebs auf das notwendige Mindestmaß zu begrenzen und die Lärmbelastung der Bevölkerung durch den militärischen Flugbetrieb möglichst gering zu halten.

2.3.3.4.3 Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm

Nach dem Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm vom 30. März 1971 (BGBl. I S. 282) werden für alle Verkehrsflughäfen, die dem Fluglinienverkehr angeschlossen sind, und für alle militärischen Flugplätze, die dem Betrieb von Flugzeugen mit Strahltriebwerken zu dienen bestimmt sind, Lärmschutzbereiche durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates festgesetzt. Der Lärmschutzbereich umfaßt das Gebiet außerhalb des Flugplatzgeländes, in dem der durch Fluglärm hervorgerufene äquivalente Dauerschallpegel mehr als 67 dB(A) beträgt. Dieser Bereich wird in zwei Schutzzonen unterteilt. Die Schutzzone 1 umfaßt das Gebiet, in dem der äquivalente Dauerschallpegel mehr als 75 dB(A) beträgt, und die Schutzzone 2 beinhaltet das übrige Gebiet des Lärmschutzbereichs.

Z. Z. sind für 12 Verkehrsflughäfen sowie für 23 militärische Flugplätze und Luft/Boden-Schießplätze Lärmschutzbereiche festgesetzt. Nach § 4 des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm ist ein bestehender Lärmschutzbereich zu überprüfen und ggf. neu festzusetzen, wenn eine Änderung in der Anlage oder im Betrieb des Flugplatzes zu einer wesentlichen Veränderung der Lärmbelastung (insbesondere durch Pegelminderungen oder -erhöhungen um mehr als 4 dB(A)) führen wird. Darüber hinaus ist spätestens nach Ablauf von zehn Jahren seit Festsetzung eines Lärmschutzbereichs eine Überprüfung und ggf. Neufestsetzung des Lärmschutzbereichs erforderlich.

Seit 1991 sind für die militärischen Flugplätze Hopsten, Büchel, Lechfeld, Leipheim und Memmingen die Lärmschutzbereiche neu festgesetzt worden, da sich dort die Lärmbelastung wesentlich verändert, insbesondere vermindert hat. Für 11 militärische Flugplätze (Zweibrücken, Wildenrath, Kaufbeuren, Husum, Leck, Erding, Gütersloh, Oldenburg, Bremgarten, Lahr und Leipheim) konnten die Lärmschutzbereiche aufgehoben werden, da auf diesen Flugplätzen die Voraussetzungen für die Festsetzung des Lärmschutzbereichs nicht mehr gegeben sind.

Ebenso konnte auch der Lärmschutzbereich für den früheren Verkehrsflughafen München-Riem aufgehoben werden, weil dieser Flughafen geschlossen wurde. Für den neuen Verkehrsflughafen München sowie für weitere fünf Verkehrsflughäfen (Berlin-Tempelhof, Berlin-Schönefeld, Leipzig/Halle, Dresden und Erfurt) und die militärischen Flugplätze Nordholz, Hohn und Laage werden zur Zeit die Arbeiten zur erstmaligen Festsetzung eines Lärmschutzbereichs durchgeführt.

2.3.3.4.4 Magnetschwebebahnplanungsgesetz

Durch das am 30. November 1994 in Kraft getretene Magnetschwebebahnplanungsgesetz (MBPlG) ist für den Bau dieses neuen Verkehrsträgers das Planungsverfahren geregelt worden. Dieses entspricht den Verfahren, die beim Bau von Fernstraßen und Schienenwegen durchgeführt werden. Damit ist für den Magnetschwebebahnbau die Anwendung der einschlägigen immissionsschutzrechtlichen Regelwerke gewährleistet.

3. Immissionsschutz 1990 bis 1994

3.1 Luftreinhaltung

Die Entwicklung der Luftreinhaltung in Deutschland von der Sanierung lokaler Problemfelder über regionale Maßnahmen hin zur Verantwortung im globalen Maßstab ist beispielgebend im Umweltschutz. Die Tatsache, daß die Luftverunreinigungen Schwefeldioxid, Schwebstaub und Blei im Schwebstaub in Deutschland keine bedeutende Rolle mehr spielen, ist ein hervorragendes Zeichen eines zielgerichteten, an den Quellen der Verunreinigungen ansetzenden Handelns. Zugleich zeigt die Problematik des Sommersmogs mit seinen hohen Ozonbelastungen, die auf die Emissionen von flüchtigen organischen Substanzen und an Stickstoffoxiden zurückgehen, daß zur weiteren Verringerung dieser Schadstoffe noch Anstrengungen notwendig sind. Zwar zeigen sich Erfolge aus der Abgasreinigung bei stationären Anlagen und aus der Anwendung der Katalysatortechnik bei Pkw, jedoch macht die Entwicklung der Verkehrsemissionen deutlich, daß noch weitergehende Emissionsminderungen, sowohl durch technische als auch durch nichttechnische Maßnahmen, notwendig sind.

3.1.1 Stand und Entwicklung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen

Im Berichtszeitraum wirkte sich auch im Osten Deutschlands der im Bundesimmissionsschutzrecht verwirklichte integrierende Ansatz (Luftreinhaltung, Abfallvermeidung, Energieeffizienz, Ressourcenschutz als Einheit gesehen) positiv auf die Entwicklung der schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen aus.

3.1.1.1 Emissionen aus energetischen und sonstigen Prozessen

Betrachtet werden die Emissionen sämtlicher Stoffgruppen anthropogener Luftverunreinigungen. Die emissionsverursachenden Vorgänge gliedern sich in zwei Hauptgruppen: die Verbrennungsprozesse in Anlagen und Fahrzeugen sowie die sonstigen Prozesse.

3.1.1.1.1 Entwicklung des Energieverbrauchs in Deutschland

Die anthropogenen Emissionen von Kohlendioxid, Schwefeldioxid, Stickstoffoxiden und Kohlenmonoxid stammen fast ausschließlich aus dem Verbrennen fossiler Energieträger. Während die meisten Schadstoffe durch nachgeschaltete Rauchgasreinigung reduziert werden können, muß zur Minderung der CO_2-Emissionen der Einsatz fossiler Energieträger auf allen Ebenen der Energieversorgung und -nutzung verringert werden, um dem anthropogenen Treibhauseffekt entgegenzuwirken. Die Darstellung des Energieverbrauchs in seiner zeitlichen Entwicklung macht deutlich, in welchen Bereichen Maßnahmen zu seiner Verringerung besonders vordringlich sind.

Zuerst sollen die Struktur des Primärenergieverbrauchs nach Energieträgern und dann die Bereiche dargestellt werden, die zu diesem Verbrauch beitragen. Betrachtet wird die Entwicklung in den beiden Teilgebieten Deutschlands, der früheren Bundesrepublik Deutschland und der früheren DDR, seit 1970 in einer gemeinsamen Darstellung. Die Zeitspannen vor und nach 1989 werden getrennt beschrieben (vgl. auch Tabellen und Einzeldarstellungen für die beiden Teilgebiete).

Abbildungen 7, 8, 9 und 10 zeigen die Entwicklung des Primärenergieverbrauchs nach Energieträgern.

Der Primärenergieverbrauch wurde im Jahr 1970 zu 25% durch Braunkohle, zu 24% durch Steinkohle und zu 44% durch Mineralöle gedeckt. Alle anderen Energieträger spielten damals nur eine untergeordnete Rolle. Bis zum Jahr 1989 hat sich diese Struktur stark verändert. Die Braunkohle hat zwar mit 24% ihren Anteil nahezu halten können, aber Steinkohle und Mineralöle verringerten ihre Anteile auf 15% bzw. 33%. Stark zugenommen haben Naturgase und Kernenergie, die im Jahr 1989 15% bzw. 10% des Primärenergieverbrauchs deckten.

Diese starken Strukturveränderungen vollzogen sich fast ausschließlich im früheren Bundesgebiet, während in der früheren DDR die Braunkohle mit einem Verbrauchsanteil von 70% ±5% der dominierende Energieträger bis 1989 blieb.

Während die Charakteristik bis 1989 vom früheren Bundesgebiet geprägt war, kehrten sich die Verhältnisse nach 1989 um. Seitdem bestimmt die starke Abnahme des Primärenergieverbrauchs in den neuen Bundesländern das Gesamtbild. Bis zum Jahr 1994 ging der Primärenergieverbrauch in Deutschland auf etwa 14 000 PJ zurück. Der Anteil der alten Bundesländer an diesem Verbrauch hat sich bis 1994 von 75% auf 85% erhöht. Der Anteil der Braunkohle am Primärenergieverbrauch ging von 24% auf 13% zurück. Steinkohle deckt weiterhin 15% des Verbrauchs, während Mineralöle und Naturgase ihre Anteile auf 40% bzw. 18% steigern konnten.

Der Primärenergieverbrauch kann auch als Summe aus dem Endenergieverbrauch der Verbrauchssektoren (Straßenverkehr, übriger Verkehr, Industrie, Haushalte und Kleinverbraucher), dem nichtenergetischen Verbrauch (z. B. Einsatz von Energie als Rohstoff), den Verlusten bei der Umwandlung von Energie, z. B. in Kraftwerken, Raffinerien, Brikettfabriken und den Verlusten bei der Verteilung von Energie dargestellt werden (vgl. Abbildungen 11, 12, 13 und 14).

Den größten Anteil am Primärenergieverbrauch hat der Umwandlungsbereich. Dort liegen erhebliche Umwandlungsverluste vor, die überwiegend bei der Stromerzeugung und -verteilung entstehen. Obwohl in beiden Teilgebieten der Wirkungsgrad der Stromerzeugung durch Stillegung veralteter Anlagen und Bau moderner Kraftwerke verbessert werden konnte, hat der Anteil der Umwandlungsverluste am Primärenergieverbrauch zwischen 1970 und 1989 von 33 % auf 30 % nur geringfügig abgenommen. Die absolute Zunahme dieser Verluste wurde durch Steigerung des Stromverbrauchs in allen Sektoren verursacht. Diese Aussage gilt für beide Teilgebiete.

Der Energieverbrauch im Straßenverkehr weist in beiden Teilen seit Jahren hohe Zuwachsraten auf. Sein Anteil am Primärenergieverbrauch erhöhte sich von 8 % im Jahr 1970 auf 13 % im Jahr 1989.

Die Entwicklung in der Industrie wird von der Entwicklung im früheren Bundesgebiet dominiert. Strukturwandel und Automatisierung haben zu einer Reduzierung des Energieverbrauchs geführt (Anteil 1970: 28 %; 1989: 22 %). Die beiden Ölpreiskrisen 1973 und 1979 haben diese Entwicklung maßgeblich beeinflußt.

Die Kleinverbraucher beanspruchten über den gesamten Zeitraum 12 %, und die Haushalte senkten ihren Anteil am Primärenergieverbrauch von 17 % auf 15 %. Die Schwankungen in diesem Sektor sind wegen des hohen Raumwärmeanteils vorwiegend witterungsbedingt.

Nach 1989 hat sich der Energieverbrauch in den einzelnen Sektoren sehr unterschiedlich entwickelt. Der Verkehr weist hohe Steigerungsraten auf. So erhöhte sich der Verbrauchsanteil des Straßenverkehrs von 13 % im Jahr 1989 auf 16 % bis 1993. Auch der Energieverbrauch der Haushalte hat zugenommen (Anteil 1989: 15 %; 1993: 18 %). Der stärker an die wirtschaftliche Entwicklung gekoppelte Verbrauch in der Industrie und bei den Kleinverbrauchern und der nichtenergetische Verbrauch haben als Folge des wirtschaftlichen Zusammenbruchs und der begonnenen Umstrukturierung in den neuen Bundesländern stark abgenommen. Während die Kleinverbraucher ihren Anteil mit 12 % hielten, ging der Verbrauchsanteil der Industrie von 22 % auf 17 % zurück. Als Folge der reduzierten Nachfrage nach Energie in diesen Verbrauchssektoren verringerten sich auch die Umwandlungsverluste (Anteil 1989: 30 %; 1993: 28 %).

In den neuen Bundesländern hat nur der Energieverbrauch im Straßenverkehr zugenommen. Der Wegfall der Brennstoffsubventionierung führte zu einem sparsameren Umgang mit Energie bei den Haushalten. Verstärkt wurde die Verringerung des Energieverbrauchs in diesem Sektor durch die Bevölkerungswanderung von den neuen in die alten Bundesländer, die dort zum Anstieg des Energieverbrauchs bei den Haushalten beitrug.

Es kann nicht davon ausgegangen werden, daß sich die Abnahme des Primärenergieverbrauchs ohne weiteres fortsetzt. Die weitere wirtschaftliche Erholung der neuen Bundesländer wird den Primärenergieverbrauch stabilisieren und wahrscheinlich sogar wieder ansteigen lassen. Eine weitere Verringerung des Primärenergieverbrauchs, insbesondere im Straßenverkehr und beim Strombedarf, erfordert die Fortsetzung der Anstrengungen zu Energieeinsparungsmaßnahmen.

3.1.1.1.2 Entwicklung der Emissionen

Betrachtet werden sämtliche Stoffgruppen der Luftverunreinigungen: anorganische Gase, flüchtige organische Verbindungen und Feststoffe. Die stoffliche Auswahl beschränkt sich dabei auf die Komponenten/Stoffgruppen Kohlendioxid (CO_2), Stickstoffoxide (NO_x, angegeben als NO_2), Schwefeldioxid (SO_2), Kohlenmonoxid (CO), Ammoniak (NH_3), Distickstoffoxid (N_2O), Stäube, Schwermetalle, Methan (CH_4) sowie die restlichen flüchtigen organischen Verbindungen (NMVOC).

Hinsichtlich der Genauigkeit der vorliegenden Emissionsangaben ist folgendes zu berücksichtigen: Entsprechend internationaler Übereinkunft werden die Emissionsdaten nur noch ungerundet angegeben. Nach wie vor ist die Belastbarkeit der verwendeten Eingangsgrößen sowohl komponentenspezifisch als auch in Abhängigkeit der betrachteten Emittentengruppen unterschiedlich stark ausgeprägt. Die größten Unsicherheiten sind mit den Emissionsaussagen für die Emissionen aus den Bereichen der Landwirtschaft und der Abfallwirtschaft verbunden. Dagegen ist die Genauigkeit der Angaben bei den Berechnungen für die verbrennungsbedingten Emissionen aus dem stationären Bereich größer, wobei die Berechnung der Kohlendioxidemissionen die geringsten Unsicherheiten enthält.

Es werden nur anthropogene Emissionen erfaßt. Bei den emissionsverursachenden Vorgängen wird zwischen Verbrennungsprozessen und sonstigen Prozessen unterschieden. Insbesondere im Zusammenhang mit der Untersuchung der Emissionen von Treibhausgasen erfolgte eine wesentlich umfangreichere und verbesserte Erfassung der nicht energiebedingten Emissionen. So werden hier u. a. die Emissionen aus der Landwirtschaft, der Abfallwirtschaft, dem Bergbau sowie der Gewinnung und Verteilung von Brennstoffen erstmalig dargestellt.

Der Anteil der durch Verbrennungsprozesse verursachten Emissionen schwankt bei den einzelnen Komponenten/Stoffgruppen stark. Er beträgt bei Kohlendioxid nahezu 100 %, bei Ammoniak oder Methan dagegen z. B. nur etwa 2 %.

Inhalt und Methode der Emissionsdarstellung

Die Angaben zu den Emissionen erfolgen als Jahresangaben in grafischer und tabellarischer Form getrennter Darstellung für das frühere Bundesgebiet und die ehemalige DDR für die Jahre 1970 bis 1989 sowie ab 1990 für Deutschland insgesamt. Um dennoch auch die Emissionsentwicklungen in den alten und neuen Bundesländern aufzuzeigen, wurden in den detaillierten Tabellen zur getrennten Emissionsentwicklung die jeweiligen Daten für die Jahre seit 1990 mit aufgeführt. In den Abbildungen erfolgt lediglich eine Herausstellung der Emittentengruppen mit den größten Emissionsbeiträgen. Alle Emissions-

angaben sind Jahresangaben und folgen dem Territorialprinzip. So werden z. B. die durch den internationalen Verkehr – durch Hochseebunkerungen für den Schiffsverkehr und Kraftstoffverbrauch für den nicht innerdeutschen Flugverkehr – Emissionen nicht berücksichtigt. Darüber hinaus folgt die Emissionsdarstellung dem Standortprinzip, d. h. die Emissionen werden für den Ort der Freisetzung in die Luft bilanziert. Diesem Grundsatz folgend werden Vorkettenemissionen nicht berücksichtigt.

Für die Definition bzw. Beschreibung der einzelnen Emittentengruppen sowie die Darlegung der diesen innewohnenden einzelnen emissionsverursachenden Aktivitäten wird auf die Veröffentlichungen zum „Beschluß der Bundesregierung vom 29. September 1994 zur Verminderung der CO_2-Emissionen und anderer Treibhausgasemissionen in der Bundesrepublik Deutschland", den „Ersten Bericht der Regierung der Bundesrepublik Deutschland nach dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaveränderungen" sowie die Veröffentlichung des Umweltbundesamtes „Daten zur Umwelt 1992/93" verwiesen.

Mit dem vorliegenden Bericht erfolgt erstmalig eine Neuberechnung der Emissionsangaben der ehemaligen DDR. Diese wurde erforderlich, um eine Emittentengruppenabgrenzung zu realisieren, die eine direkte Vergleichbarkeit mit den Angaben für das bisherige Bundesgebiet ermöglicht. Hauptursache für die bislang unterschiedliche Emittentenstrukturierung waren verschiedene Methoden für die Emissionsermittlung in der ehemaligen DDR und dem bisherigen Bundesgebiet.

Erstmalig wurde die Methode auch rückwirkend für die ehemalige DDR bzw. die neuen Bundesländer für die Jahre 1987 bis 1992 angewendet. Auf der Basis der dabei gewonnen Erkenntnisse konnten eine Veränderung in der Zuordnung der Emissionen zu den einzelnen Emittentengruppen für die Jahre seit 1980 sowie erstmalig Berechnungen für die Jahre 1970 bis 1980 durchgeführt werden.

Emissionsentwicklung im bisherigen Bundesgebiet 1970 bis 1989

In Tabelle 15 erfolgt die Darstellung der Emissionen im bisherigen Bundesgebiet für ausgewählte Jahre zwischen 1970 und 1989 in zusammengefaßter Form (ausführliche Darstellung in den Tabellen 18 und 20).

In den Abbildungen 22 bis 30 werden die Entwicklungen der Emissionen für die einzelnen Komponenten/Schadstoffgruppen grafisch dargestellt.

Im Zeitraum von 1970 bis 1989 ist für die meisten Komponenten/Schadstoffgruppen ein beträchtlicher Rückgang der Emissionen zu verzeichnen, der auf die Umsetzung der zum BImSchG erlassenen Verordnungen und Verwaltungsvorschriften (z. B. TA Luft) in den Jahren seit 1980 zurückzuführen ist. Die Wirkung dieser Regelungen ist hauptsächlich auf den Bereich der stationären Anlagen gerichtet.

Die Gesamtemissionen sanken am deutlichsten bei Schwefeldioxid (–75 % seit 1970), bei Kohlenmonoxid (–42 %) und bei Staub (–67 %). Bei den Komponenten, die in größerem Umfang durch den Verkehr verursacht werden, konnten die Emissionen nicht so deutlich vermindert werden: bei Kohlendioxid um 6 % und bei flüchtigen organischen Verbindungen um 8 %. Der Zuwachs der Emissionen aus dem Verkehrsbereich hat als extremes Beispiel bei den Stickstoffoxiden (+4 %) sogar zu einem Zuwachs der Gesamtemissionen geführt. Betrug 1970 der Anteil des Verkehrs an den Stickstoffoxidemissionen etwa 37 %, so stieg dieser bis 1989 auf etwa 61 %. Bei den Komponenten, die in erster Linie durch nichtenergetische Aktivitäten verursacht werden, war gegenüber 1970 ebenfalls ein Emissionsanstieg zu verzeichnen. Hierfür sind u. a. die Entwicklungen im Bereich der Landwirtschaft (steigende Tierzahlen, verstärkter Einsatz mineralischer Dünger usw.) mit verantwortlich. So stiegen die Emissionen von Distickstoffoxid (+25 %) und Ammoniak (+6 %). Allerdings haben die Emissionen aus der Landwirtschaft aufgrund einer stärkeren Orientierung der Agrarpolitik an Belangen des Umweltschutzes in den letzten Jahren abgenommen und werden voraussichtlich zukünftig weiter abnehmen[7]).

Emissionsentwicklung in der DDR 1970 bis 1989

In Tabelle 16 erfolgt die Darstellung der Emissionen in der DDR für ausgewählte Jahre zwischen 1970 und 1989 in zusammengefaßter Form (ausführliche Darstellung in den Tabellen 19 und 21).

In den Abbildungen 31 bis 39 werden die Entwicklungen der Emissionen für die einzelnen Komponenten/Schadstoffgruppen grafisch dargestellt.

Im Gegensatz zur Entwicklung der Emissionen im bisherigen Bundesgebiet lag das Emissionsniveau in der DDR im Jahr 1989 bei allen hier betrachteten Komponenten/Schadstoffgruppen über dem des Jahres 1970. Da in der DDR mit Ausnahme einer unzureichenden Ausstattung mit Entstaubungsanlagen keine nachgeschalteten Techniken zur Emissionsminderung eingesetzt waren, stiegen die Emissionen direkt proportional zum Brennstoffeinsatz. Dieser Anstieg vollzog sich relativ kontinuierlich und war nur durch leichte „Sprünge" zu Beginn der 80er Jahre unterbrochen, die auf die Verknappung der Erdöleinfuhr aus der damaligen UdSSR und der damit verbundenen noch stärkeren Nutzung der einheimischen Braunkohle zurückzuführen waren. Um 1987 waren die höchsten Emissionen zu verzeichnen.

Der Zuwachs der Emissionen betrug dabei gegenüber 1970 bei Staub 3 %, Stickstoffoxide 16 %, Kohlendioxid 18 %, Kohlenmonoxid 20 %, Ammoniak 20 %, Methan 27 %, Distickstoffoxid 28 %, Schwefeldioxid 31 %, flüchtigen organischen Verbindungen 61 %.

Emissionsentwicklung in Deutschland seit 1990

Durch die Verabschiedung des Umweltrahmengesetzes durch die damals noch existierende DDR wurden u. a. das BImSchG und seine Folgeverordnungen auf

[7]) Waldzustandsbericht der Bundesregierung, Drucksache 12/3208, S. 61

dem Gebiet der neuen Bundesländer eingeführt. Es erfolgte für jede dieser Regelungen eine spezifische Überprüfung der vorgegebenen Übergangsfristen, wie z. B. der für die Altanlagensanierung. Entsprechend den wirtschaftlichen Voraussetzungen wurden diese teilweise verlängert und begannen ab 1992, für die Minderung der Emissionen wirksam zu werden.

Darüber hinaus haben insbesondere die teilweise auch aus ökologischen Gründen erfolgten Betriebsstillegungen in den Jahren 1990 und 1991 in großem Umfang zur Verminderung der Stoffeinträge in die Atmosphäre beigetragen.

Die Entwicklung der Emissionen in Deutschland für die Jahre 1990 bis 1994 wird in zusammengefaßter Form (nur Gesamtemissionen) in Tabelle 17 dargestellt. Eine detaillierte Darstellung dieser Emissionsentwicklung enthalten die Tabellen 40 und 41. Die grafische Darstellung dieser Entwicklung erfolgt in den Abbildungen 42 bis 50.

Die in diesen Tabellen enthaltenen Emissionsdaten beruhen bis 1992 auf Berechnungsergebnissen der darin erwähnten Methodik. Wegen fehlender Grundlagen (ausführliche Energiebilanz) konnten für die Jahre 1993 und 1994 hier nur Schätzungen vorgenommen werden. Diese beruhen für die energetisch bedingten Emissionen auf Trendfortschreibungen, die sich an den vorläufigen Energieverbrauchsangaben in diesen Emittentengruppen orientieren. Sie stellen damit konservative Schätzungen dar; d. h. die realen Emissionen werden wahrscheinlich noch niedriger sein, da der Einfluß der Weiterentwicklung der Technik und die Brennstoffumstellungen nur unzureichend berücksichtigt werden konnte. Die Angaben für die übrigen nichtenergetisch bedingten Emissionen wurden, wenn keine Basis für eine Berechnung vorhanden war, im wesentlichen konstant fortgeschrieben.

In den Jahren seit 1990 haben sich die Emissionen in Deutschland deutlich verringert. Dieser Effekt ist neben dem Wirksamwerden gesetzlicher Regelungen insbesondere auf den wirtschaftlichen Umstrukturierungsprozeß in den neuen Bundesländern zurückzuführen. Mit der wesentlichen Einschränkung der Braunkohlenutzung und darüber hinaus der Umstellung auf emissionsärmere Brennstoffe sowie Änderungen der Verbrauchsgewohnheiten in der Bevölkerung seien einige Ursachen der Emissionsminderung genannt.

Am auffälligsten ist die Emissionsminderung seit 1990 bei den Komponenten Staub (–60 %) und Schwefeldioxid (–44 %), verursacht durch den stark rückläufigen Einsatz der ostdeutschen Braunkohle. Der Rückgang der Staubemissionen ist darüber hinaus noch durch eine kurzfristige Nachrüstung bzw. Verbesserung vorhandener Minderungstechniken verstärkt worden. Der Aufwand für die Nachrüstung von Techniken zur Minderung von Schwefeldioxid und Stickstoffoxiden erfordert dagegen noch größeren zeitlichen und finanziellen Aufwand und wird deswegen erst etwa bis zur Jahrtausendwende wirksam sein.

Bei den übrigen Komponenten/Schadstoffgruppen sanken die Emissionen in der Größenordnung von etwa 10 bis 29 %, wobei diese Minderungen hauptsächlich im Bereich der stationären Anlagen realisiert wurden.

Im Bereich des Verkehrs stieg der Kraftstoffverbrauch und damit direkt verbunden die Kohlendioxidemission um etwa 6 % seit 1990. Durch modernere Motorkonzepte und steigende Ausrüstungsgrade mit geregeltem Katalysator konnte trotz steigender Fahrleistungen der Fahrzeuge eine Minderung der Stickstoffoxidemissionen (–14 %) aus dem Verkehrsbereich erreicht werden. Emissionsmindernd wirkten sich weiterhin die gesetzlichen Regelungen zur Begrenzung des Schwefelgehaltes in Kraftstoffen (Rückgang der verkehrsbedingten Schwefeldioxidemission um etwa 40 % seit 1990) und die Regelungen zur Begrenzung der Emissionen beim Umschlag von Kraftstoffen (Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan: –60 %) aus.

Entwicklung der Schwermetallemissionen

Erstmalig wurde durch ein Forschungsvorhaben eine umfangreiche Darstellung der Emission von Schwermetallen für drei ausgewählte Jahre vorgenommen, deren wichtigste Ergebnisse nachfolgend aufgeführt und in Tabelle 51 zusammengestellt sind.

Schwermetalle sind – in unterschiedlichem Umfang – in den staub- und gasförmigen Emissionen fast aller Verbrennungs- und vieler Produktionsprozesse enthalten. Die in den Einsatzstoffen teils als Spurenelemente, teils als Hauptbestandteile enthaltenen Schwermetalle werden staubförmig oder – bei hohen Temperaturen – gasförmig emittiert. Die Gesamtstaubemissionen aus diesen Quellen betsehen zwar in der Regel überwiegend aus relativ ungefährlichen Oxiden, Sulfaten und Karbonaten von Aluminium, Eisen, Kalzium, Silizium und Magnesium; aufgrund schwermetallhaltiger, toxischer Inhaltsstoffe wie Cadmium, Blei oder Quecksilber können diese Emissionen jedoch ein hohes Gefährdungspotential erreichen.

Wichtige Emissionsquellen in Deutschland sind: Feuerungsanlagen, Eisen- und Stahlindustrie, NE-Metallindustrie, Müllverbrennungsanlagen, Zementindustrie, Glasindustrie sowie der Kraftfahrzeugverkehr. Die in den Tabellen für die Jahre 1985, 1990 und 1995 (Prognose) angegebenen Emissionsabschätzungen ausgewählter Schwermetalle umfassen nicht nur partikelgebundene Schwermetalle, sondern auch dampf- und gasförmige Anteile sowie den diffus emittierten Anteil.

– Alte Bundesländer

Die wesentlichen Emisionsverminderungen erfolgten für Blei durch die Einführung von bleifreiem Benzin und für die weiteren Schwermetalle durch die Sanierung der Anlagen entsprechend den Anforderungen der Großfeuerungsanlagenverordnung (13. BImSchV) und der TA Luft. Insbesondere die dabei angewandten hochwirksamen Staubminderungsmaßnahmen führten seit 1985 zu einer erheblichen Minderung der Schwermetallemissionen in

den alten Bundesländern. Die bis 1995 für die alten Bundesländer prognostizierte Emissionsminderung beträgt im Vergleich zu 1985 für Arsen 84 %, Blei 82 %, Cadmium 70 %, Chrom 61 %, Kupfer 64 %, Nickel 52 %, Quecksilber 63 % und Zink 68 %.

– Neue Bundesländer

In den neuen Bundesländern ist zwischen 1985 und 1990 für die betrachteten Schwermetalle – mit Ausnahme von Blei – nur ein leichter Emissionsrückgang von 6 % bis 19 % zu verzeichnen, der in erster Linie auf einen Rückgang von Braunkohleförderung und -verbrauch zurückzuführen ist. Die Bleiemissionen verminderten sich dagegen um 51 % aufgrund des bereits 1990 in den neuen Bundesländern erreichten hohen Anteils an verkauftem bleifreien Benzin. Die nach 1990 einsetzende deutliche Abnahme der Schwermetallemissionen ist auf die Nachrüstung, aber auch Stillegung von Altanlagen zurückzuführen. Die bis 1995 für die neuen Bundesländer prognostizierte Emissionsminderung beträgt für Arsen 84 %, Blei 93 %, Cadmium 82 %, Chrom 68 %, Kupfer 91 %, Nickel 82 %, Quecksilber 78 % und Zink 80 %, jeweils bezogen auf das Jahr 1985.

Entwicklung der Emissionen bis zum Jahr 2005

Entsprechend dem Auftrag des Bundeskabinetts an die Interministerielle Arbeitsgruppe zur Minderung der CO_2-Emissionen (IMA „CO_2-Reduktion") wurden vom Umweltbundesamt Trendabschätzungen über mögliche künftige Entwicklungen bei einzelnen Treibhausgasen erarbeitet.

Die Angaben sollten angesichts der Begrenztheit der Aussagefähigkeit von Prognosen und Szenarien als Orientierungsgrößen angesehen werden. Die Grundlagen und einzelnen Maßnahmen dieser Betrachtungen kann dem „Beschluß der Bundesregierung vom 29. September 1994 zur Verminderung der CO_2-Emissionen und anderer Treibhausgasemissionen in der Bundesrepublik Deutschland" (Drucksache 12/8557) entnommen werden.

Zur möglichen Entwicklung der Schwefeldioxidemissionen wurden Untersuchungen im Zusammenhang mit dem 2. Protokoll zur Genfer Luftreinhaltekonvention zur Minderung dieser Emissionen angestellt.

Gesicherte Abschätzungen für die weitere Entwicklung der Emissionen von Ammoniak sind wegen der unbekannten Entwicklung der Tierbestände (ca. 80 % der Gesamtemissionen) sowie fehlender Prognosen über den künftigen Einsatz und die weitere Entwicklung emissionsmindernder Techniken in den Bereichen Fütterung (Phasenfütterung), Wirtschaftsdüngerlagerung und -ausbringung sowie Stallabluftreinigung derzeit nicht möglich.

Das Umweltbundesamt kommt zu der in Tabelle 52 dargestellten Abschätzung der Entwicklung der Emissionen. Bezugsjahr der Emissionsvergleiche ist 1990. Die Bezugswerte sind detailliert im Anhang aufgeführt.

3.1.1.2 Grenzüberschreitende Luftverunreinigungen

Die Bundesrepublik Deutschland hat aufgrund ihrer zentralen Lage in Europa, umgeben von grenznahen Industriestandorten benachbarter Länder, ein berechtigtes Interesse an einer Umweltpolitik, die neben den nationalen Maßnahmen auch die internationalen, grenzüberschreitenden Aktivitäten zum Ziel hat. Hierzu gehört u. a. eine aktive Mitwirkung und Weiterentwicklung der Genfer Luftreinhaltekonvention.

Grenzüberschreitender Transport

Da Umweltbelastungen nicht an Grenzen haltmachen, erfordert ein wirksamer Umweltschutz die Zusammenarbeit über Staatsgrenzen hinweg. Notwendig sind vor allem gemeinsame Anstrengungen in Europa. Mit dem Übereinkommen vom 13. November 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen (Genfer Luftreinhaltekonvention) wurde die Grundlage geschaffen, die grenzüberschreitenden Luftverunreinigungen zu erfassen und in Protokollen zum Übereinkommen europaweite Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen verbindlich vorzuschreiben (Schwefel-, Stickstoff-, VOC- und 2. Schwefel-Protokoll). Zur Analyse der Belastungen und Kontrolle des Erfolgs der vereinbarten Maßnahmen ist im Rahmen des Programms EMEP (Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of Air Pollutants in Europa) ein Überwachungsprogramm eingerichtet worden.

Gegenwärtig werden im EMEP-Programm die grenzüberschreitenden Transporte auf der Grundlage von Emissionsdaten für Schwefel, Stickstoffoxide und Ammoniak berechnet. Die Abbildungen/Tabellen 53 bis 58 stellen die Bilanzen für diese Schadstoffe in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1993 dar.

Für Deutschland stellt sich die Situation nach den vorläufigen Berechnungen 1993 wie folgt dar:

– Schwefel

  Zur Deposition von 750 kt S/a, die den Emissionen aus der Bundesrepublik Deutschland selbst entstammen, kamen grenzüberschreitend 300 kt S/a aus dem europäischen Ausland sowie weitere 60 kt S/a, die vom EMEP-Modell keinen Emissionsquellen direkt zugewiesen werden konnten. Insgesamt betrug die berechnete Schwefeldeposition 1 110 kt S/a und ist damit gegenüber 1990 erheblich zurückgegangen.

  Die mittlere jährliche Depositionsrate betrug 3,1 t S/km^2. Andererseits wurden aus der Bundesrepublik Deutschland 1 Mio. t S/a in das europäische Ausland transportiert (nur europäisches Festland: Export an SO_2: 730 000 t S/a). Auch hier ist ein bedeutsamer Rückgang gegenüber 1990 festzustellen.

– Stickstoffoxide

  Zur Deposition von 140 kt NO_x/a, die den Emissionen aus der Bundesrepublik Deutschland selbst entstammen, kamen grenzüberschreitend 190 kt

NO_x/a aus dem europäischen Ausland sowie weitere 25 kt NO_x/a, die vom EMEP-Modell keinen Emissionsquellen direkt zugewiesen werden konnten. Insgesamt betrug die berechnete Deposition von oxidiertem Stickstoff rd. 360 kt NO_x/a. Das entsprach einer mittleren jährlichen Depositionsrate von 1,0 t NO_x/km^2. Andererseits wurden aus der Bundesrepublik Deutschland 530 kt NO_x/a in das europäische Ausland transportiert (nur europäisches Festland: Export an NO_x: 360 kt NO_x/a).

– Ammoniak/Ammonium

Zur Deposition von 300 kt N_{red}/a, die den Emissionen aus der Bundesrepublik Deutschland selbst entstammen, kamen grenzüberschreitend 120 kt N_{red}/a aus dem europäischen Ausland sowie weitere 20 kt N_{red}/a, die vom EMEP-Modell keinen Emissionsquellen direkt zugewiesen werden konnten. Insgesamt betrug die berechnete Deposition von reduziertem Stickstoff also 440 kt N_{red}/a. Das entsprach einer mittleren jährlichen Depositionsrate von 1,2 t N_{red}/km^2. Andererseits wurden aus der Bundesrepublik Deutschland 200 kt N_{red}/a in das europäische Ausland transportiert. (Nur europäisches Festland: Export an N_{red}: 140 kt N_{red}/a).

Schadstoffeintrag aus der Atmosphäre in die Meere

– Nordsee

Die Arbeitsgruppe Atmospheric Input of Pollutants to Convention Waters (ATMOS) der Kommission zur Verhütung der Meeresverschmutzung vom Lande aus (Paris-Kommission) hat für 1992 folgende Größenordnungen des atmosphärischen Eintrags von Stickstoff und Spurenmetallen in die Nordsee (525 000 km² – Angaben in t/a) geschätzt:

	Gesamtdeposition
Stickstoff (N)	mehr als 320 000
Cadmium (Cd)	3 027
Arsen (As)	80
Chrom (Cr)	100
Kupfer (Cu)	600
Nickel (Ni)	200
Blei (Pb)	1 200
Zink (Zn)	3 100
Hexachlorcyclohexan (HCH)	–

Von den über den Luftpfad eingetragenen organischen Verbindungen sind besonders die halogenisierten organischen Verbindungen und Kohlenwasserstoffe hervorzuheben. Der atmosphärische Eintrag dieser Stoffe, die aufgrund ihrer Toxizität besonders relevant sind, ist bisher nur durch wenige Messungen unterlegt. Das Umweltbundesamt hat im Rahmen des FuE-Vorhabens „Untersuchung des atmosphärischen Schadstoffeintrags in Nord- und Ostsee" erste Meßdaten für die Meßstationen Westerland/Nordsee und Zingst/Ostsee des Umweltbundesamtes vorgelegt.

Die Jahresdepositionen ausgewählter organischer Chlorverbindungen/Chlor-Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel in $\mu g/m^2$ – Station Westerland – zeigt Tabelle 59.

Die Anzahl der ausgewiesenen Anwendungsgebiete bei der Zulassung lindanhaltiger Pflanzenschutzmittel wurde in Deutschland stark eingeschränkt. Die Anwendung HCB- und DDT-haltiger Pflanzenschutzmittel ist seit 1977 verboten.

Bei atmosphärischen Einträgen organischer Verbindungen ins Meer ist unter Umständen auch eine Wiederabgabe durch Verdampfen und Codestillation zu beachten. Bekannt ist dieser Umstand z. B. für das α-HCH für das Gebiet der Ostsee.

– Ostsee

Entsprechend den Abschätzungen der Helsinki-Kommission für die zweite Hälfte der 80er Jahre gelangen durch atmosphärische Deposition die in Tabelle 60 aufgeführten Spurenstoffe in die Ostsee (415 266 km², Angaben in t/a).

Ein entsprechender Fortschrittsbericht für den Zeitraum nach 1990 zu den atmosphärischen Einträgen über der Ostsee wird derzeit von der Helsinki-Kommission erstellt.

Wie bereits für die Nordsee erwähnt, werden im Meßnetz des Umweltbundesamtes organische Verbindungen für die Ostsee erfaßt.

Die Jahresdepositionen ausgewählter organischer Chlorverbindungen/Chlorpestizide in $\mu g/m^2$ – Station Zingst – zeigt Tabelle 61.

3.1.1.3 Immissionen

Die Überwachung der Immissionsbelastung erfolgt in den Ballungsgebieten und Städten durch die Meßnetze der Bundesländer sowie im Hinblick auf großräumige Belastungen und grenzüberschreitende weiträumige Transporte durch das Meßnetz des Umweltbundesamtes.

Unter Nutzung der langjährigen Erfahrungen und mit Unterstützung der alten Bundesländer erfolgte seit der deutschen Wiedervereinigung ein umfassender Ausbau der Luftgütemeßnetze in den neuen Bundesländern, der nunmehr weitgehend abgeschlossen ist. Damit ist für Gesamtdeutschland eine verläßliche Beurteilung der aktuellen Immissionssituation möglich.

Die Meßwerte der unregelmäßig über die gesamte Fläche Deutschlands verteilten Meßstationen wurden mit einem Interpolationsverfahren zu einem regelmäßigen Raster berechnet. Eine Interpretation der dargestellten Immissionsfelder ist nur großräumig möglich, eine lokale Analyse könnte zu Fehlinterpretationen führen.

Schwefeldioxid-Immissionen

Die Darstellung der SO_2-Belastung in Deutschland basiert auf den Meßergebnissen von ca. 520 Meßsta-

tionen der Ländermeßnetze (bis 1993) sowie der etwa 30 Stationen des Umweltbundesamtes.

Die Abbildungen zeigen deutlich einen Abnahmetrend der SO_2-Belastung sowohl in den alten als auch in den neuen Ländern. Während in den alten Ländern die Konzentrationen von einem großräumigen Niveau von etwa 25–50 $\mu g/m^3$ und regional 50–75 $\mu g/m^3$ (Ruhrgebiet, Rhein-Main-Gebiet, Nordhessen) im Jahr 1986 kontinuierlich auf Werte kleiner als 25 $\mu g/m^3$ fast flächendeckend zurückgegangen sind, ist ein erheblicher Rückgang in den neuen Ländern erst ab 1990 zu verzeichnen. Diese Entwicklung wird beispielhaft belegt durch einen Vergleich der SO_2-Jahresmittelwerte (1975 bis 1994) der Städte Gelsenkirchen und Leipzig (s. Abbildung/Tabelle 62).

In den Ländern Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen liegen die Immissions-Meßwerte noch großflächig zwischen 50 und 100 $\mu g/m^3$ im Jahresmittel. Mit dem Fortschreiten der technischen Emissions-Minderungsmaßnahmen und auf der Grundlage von Maßnahmen im Rahmen der bi- und multilateralen Zusammenarbeit mit den Nachbarländern, der Republik Polen und der Tschechischen Republik, ist speziell in diesen heute noch höher belasteten Gebieten ein weiterer Rückgang der SO_2-Konzentrationen zu erwarten.

Im gesamten Bundesgebiet wurde im Jahr 1993 der Immissionswert der TA Luft, der für SO_2 mit 140 $\mu g/m^3$ als Jahresmittel festgelegt ist, erheblich unterschritten. Meßstellen, an denen SO_2-Immissionswerte der enstprechenden EG-Richtlinie nicht eingehalten wurden, gab es nur noch in den Ländern Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. Allerdings sind auch hier die Zahl der betroffenen Meßstellen und die Höhe der Überschreitungen stark im Rückgang begriffen.

Wintersmogalarm, verursacht durch Schwefeldioxid, trat im alten Bundesgebiet nicht mehr auf. In den Ländern Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen kam es in den Wintern 1991/92 und 1992/93 noch wiederholt zur Ausrufung der Vorwarnstufe und Alarmstufe 1. Im Winter 1993/94 kam es nur in Sachsen und Sachsen-Anhalt in mehreren Smoggebieten zu je einer kurzen Periode mit Ausrufung von Smogalarm. Im Winter 1994/95 blieben in allen neuen Ländern Smogsituationen aus. Wenn auch diese Verbesserung zum Teil günstigeren Witterungsbedingungen zugeschrieben werden kann, so ist als Folge der konsequenten Anwendung emissionssenkender Maßnahmen auch in den neuen Ländern schon bald mit Wintersmog nicht mehr zu rechnen. Die Jahresmittelwerte für SO_2 zeigt Abbildung/Tabelle 63.

Staub-Immissionen

1993 wurde an ca. 500 Meßstationen in Deutschland Schwebstaub gemessen. Die Staubbelastung erreichte 1993 ein relativ niedriges Niveau von regional 50 $\mu g/m^3$ und großräumig 25 bis 50 $\mu g/m^3$. Der abnehmende Trend ist in den alten Ländern nicht so ausgeprägt wie etwa beim SO_2. Ein großer Teil der heute gemessenen Konzentrationen (etwa um 20 $\mu g/m^3$) ist natürlichen Ursprungs (z. B. Erosion und Aufwirbelungen).

In den neuen Bundesländern zeigt sich ein deutlich abnehmender Trend. Während gegen Ende der 80er Jahre in Thüringen und Sachsen verbreitet noch Werte über 100 $\mu g/m^3$ im Jahresmittel zu verzeichnen waren, lagen sie im Jahr 1993 weitgehend zwischen 50 und 75 $\mu g/m^3$ und nur vereinzelt noch darüber.

Ähnlich wie beim SO_2 ist in den neuen Bundesländern auch beim Staub eine Fortsetzung des abnehmenden Trends zu erwarten, wobei auch hier den Maßnahmen im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit mit den Nachbarstaaten eine große Bedeutung zukommt. In Abbildung/Tabelle 64 ist die flächendeckende Staubbelastung im Zeitraum 1985 bis 1992 dargestellt. Für 1993 liegen zur Zeit noch keine flächendeckenden und geprüften Meßdaten vor.

Stickstoffdioxid-Immissionen

Stickstoffoxide (NO, NO_x) werden primär überwiegend als Stickstoffmonoxid (NO) emittiert. Dieses Gas wird relativ schnell in der Luft zu Stickstoffdioxid (NO_2) oxidiert, das unter dem Einfluß von UV-B-Strahlung wiederum zu NO und O zersetzt wird. Man findet außerhalb der Ballungsräume in den ländlichen Gebieten NO_2-Konzentrationen, die nur selten einen Wert von 30 $\mu g/m^3$ überschreiten und die abseits von verkehrsreichen Straßen unter 10 $\mu g/m^3$ liegen. In den Ballungsräumen werden – je nach Lage der Meßstation – Jahresmittelwerte zwischen 30 und 60 $\mu g/m^3$ gemessen (Stationen mit größerem Repräsentanzradius). Eng begrenzte lokale Effekte, wie sie z. B. bei Stationen auftreten, die einen „verkehrsbezogenen" Charakter aufweisen, führen zu Konzentrationen, die durchaus 100 $\mu g/m^3$ und darüber erreichen können.

An der Immissionssituation hat sich im Berichtszeitraum in den alten Bundesländern nichts Wesentliches verändert. Die durch den Vollzug der Großfeuerungsanlagen-Verordnung erzielte Minderung der Belastung wurde z. T. wieder kompensiert durch Zuwächse beim Verkehrsaufkommen. Nach wie vor ist daher im wesentlichen der verkehrsbeeinflußte Raum durch Stickstoffdioxid belastet; insbesondere gilt dies für Gebiete an Autobahnen.

In den neuen Bundesländern ist vielfach eine Zunahme der mittleren jährlichen Stickstoffdioxidbelastung festzustellen. So ist z. B. in Dresden die NO_2-Konzentration von 20 $\mu g/m^3$ im Jahr 1989 auf 35 $\mu g/m^3$ im Jahr 1993 angestiegen. Diese Entwicklung ist hauptsächlich auf die Zunahme des Kraftfahrzeugverkehrs zurückzuführen.

In Abbildung/Tabelle 65 ist die flächendeckende, rastermäßige NO_2-Immissionskonzentration von 1988 bis 1994 unter Verwendung der Meßwerte von ca. 400 Stationen dargestellt. Der Grenzwert der EG-Richtlinie von 200 $\mu g/m^3$ als 98 %-Wert wird an allen Meßstellen unterschritten. Lediglich der Leitwert von 135 $\mu g/m^3$ ist an wenigen Meßstellen mit starker Verkehrsbeeinflussung überschritten.

Bodennahes Ozon

Ozon gilt als Leitkomponente und Hauptbestandteil des Sommersmogs („Los Angeles-Smog"), der eine Reihe weiterer Photooxidantien enthält, die bei photochemischen Reaktionen zwischen VOC (= flüchtige organische Verbindungen) und NO_x (Stickstoffoxide, NO und NO_2) gebildet werden, wie z. B. Peroxide (z. B. H_2O_2), Salpetersäure, organische Nitratverbindungen wie PAN (Peroxyacetylnitrat), Aldehyde (z. B. Formaldehyd).

Ozon bildet sich aus den Vorläufersubstanzen NO_x und VOC unter dem Einfluß der Sonnenstrahlung. Andererseits wird Ozon nahezu spontan durch Stickstoffmonoxid (NO) zerstört, das aus Quellen wie z. B. den Kraftfahrzeugverkehr und industrieller Anlagen emittiert wird. Dies führt dazu, daß hohe Ozonkonzentrationen eher am Rande von Ballungsräumen und in stadtfernen Erholungsgebieten auftreten.

Etwa 5 bis 10 % der Bevölkerung reagieren besonders empfindlich auf erhöhte Ozonkonzentrationen in der Außenluft und können bei intensiver körperlicher Betätigung im Freien gesundheitlich beeinträchtigt werden. Die Symptome sind jedoch reversibel. Bei sehr hohen Konzentrationen über 400 $\mu g/m^3$ können Beeinträchtigungen auch bei nicht besonders empfindlichen Personen auftreten. Akute und vor allem irreversible Schädigungen sind bei den in Deutschland gemessenen Konzentrationen nicht zu erwarten. Unabhängig hiervon hat in jüngster Zeit die MAK-Kommission (MAK = Maximale Arbeitsplatz-Konzentration) den Schadstoff Ozon als potentiell krebserregend eingestuft.

Neben den Wirkungen von Ozon auf den Menschen sind auch Schäden durch erhöhte Ozonkonzentrationen an Sachgütern zu beobachten (Materialschäden bei Gummi, Farben und Textilien, aber auch Ernteeinbußen). Eine wichtige Rolle spielt die Ozonkonzentration auch bei den Diskussionen über die Ursachen der „neuartigen Waldschäden" und bei der Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme.

Aufgrund der Immissionssituation und der Schadwirkungen des Ozons hat die EU die Richtlinie 92/72/EWG vom 21. September 1992 erlassen. Die Richtlinie der EU wird durch die 22. BImSchV in deutsches Recht umgesetzt. Diese Verordnung legt die folgenden Schwellenwerte fest:

Schwellenwert für den Gesundheitsschutz:

110 $\mu g/m^3$ als Mittelwert über 8 Stunden

Schwellenwert zum Schutz der Vegetation:

65 $\mu g/m^3$ als Mittelwert über 24 Stunden

200 $\mu g/m^3$ als Mittelwert über 1 Stunde

Schwellenwert zur Unterrichtung der Bevölkerung:

180 $\mu g/m^3$ als Mittelwert über 1 Stunde

Schwellenwert zur Auslösung eines Warnsystems:

360 $\mu g/m^3$ als Mittelwert über 1 Stunde.

Bis auf den Schwellenwert zur Auslösung eines Warnsystems werden in Deutschland alle angeführten Schwellenwerte noch alljährlich häufig überschritten.

Die vergleichende Darstellung der Ozon-Jahresmittelwerte 1988 bis 1994 zeigt Abbildung/Tabelle 66. Diese Karten wurden auf der Datenbasis von bundesweit 328 Meßstationen (Stand 1992: nur etwa 260 Meßstellen) zusammengestellt. Nach der Tabelle 67 der Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration im Meßnetz des Umweltbundesamtes zeichnet sich für den betrachteten Zeitraum kein Trend der Ozonkonzentration ab. Vielmehr werden meist kurzzeitig auftretende sommerliche Ozonepisoden (zwischen Mai und August) im Jahresmittel ausgeglichen und unterliegen sehr stark der Variabilität der räumlichen und zeitlichen Witterungsverhältnisse.

Abgesehen von der Tatsache, daß die natürliche bodennahe Ozonkonzentration mit zunehmender Geländehöhe (Mittelgebirge/Alpen) auch höhere Durchschnittswerte gegenüber im Flachland gelegenen Meßstellen aufweist, sind im Flächenmittel erhöhte Ozonkonzentrationen vor allem festzustellen:

- im Rheintalgraben/Nord-Baden-Württemberg
- in Teilen Hessens sowie
- in Teilen des unmittelbaren Küstengebietes.

An Hand der Meßwerte von 1994 wurden nachfolgende Überschreitungen der Schwellenwerte der EG-Richtlinie bzw. der 22. BImSchV festgestellt:

Nur 13 der 300 Meßstationen überschreiten im Jahr 1994 zu keinem Zeitpunkt den Informationswert von 180 $\mu g/m^3$. Es sind dies die verkehrsnahen Meßstationen, die durch den oben beschriebenen Ozonabbauprozeß besonders niedrige Konzentrationswerte aufweisen.

Mit dem „Ozongesetz" vom 19. Juli 1995, in Kraft getreten am 26. Juli 1995, wurde eine bundeseinheitliche Regelung zur Reduzierung von Ozonspitzenkonzentrationen geschaffen. Dies ist weltweit die erste Regelung, die festlegt, daß beim Erreichen besonders hoher Ozonkonzentrationen großräumige Fahrverbote für nichtschadstoffarme Kraftfahrzeuge in Kraft treten. Das Gesetz sieht Fahrverbote für hoch emittierende Kraftfahrzeuge vor, wenn an mindestens drei Meßstationen im Bundesgebiet, die mehr als 50 km und weniger als 250 km voneinander entfernt sind, ein Stundenmittelwert von 240 Mikrogramm/m^3 erreicht wird und derartige Ozonkonzentrationen auch am nächsten Tag im Bereich dieser Meßstationen zu erwarten sind.

Die Fahrverbote gelten jeweils „in dem Gebiet eines Landes oder Teilen eines Landes . . ., wenn bei mindestens drei Meßstationen im Bundesgebiet, die mehr als 50 km und weniger als 250 km voneinander entfernt sind und von denen mindestens zwei, im Falle der Länder Berlin, Bremen, Hamburg und Saarland mindestens eine, in diesem Land oder in einem angrenzenden Landkreis liegen,

1. die Ozonkonzentration von 240 Mikrogramm/m^3 Luft als Mittelwert über eine Stunde an demselben Tag erreicht wird und

2. auf Grund der meteorologischen Erkenntnisse des Deutschen Wetterdienstes anzunehmen ist, daß die in Nummer 1 bestimmte Konzentration im Bereich dieser Meßstationen im Laufe des nächsten Tages erreicht wird" (vgl. auch Abschnitt 2.3.3.3).

Der Schwellenwert zur Unterrichtung der Bevölkerung von 180 $\mu g/m^3$ wurde 1995 in Deutschland an insgesamt 57 Tagen überschritten. Die mittlere Überschreitungszeit pro Meßstation lag bei ca. sechs Stunden. Der Konzentrationswert von 240 $\mu g/m^3$, der eine Bedingung zur Auslösung von Ozonalarm nach dem Ozongesetz ist, wurde im Sommer 1995 an insgesamt 16 Tagen und an 59 Stationen überschritten, vor allem während einer langen Schönwetterphase zwischen Ende Juni und Mitte August. Der Schwerpunkt der Überschreitungen lag dabei im süd- und westdeutschen Raum: Baden-Württemberg (9 Tage), Hessen (8 Tage), Nordrhein-Westfalen (6 Tage), Rheinland-Pfalz (4 Tage), Niedersachsen (3 Tage) und Bayern (1 Tag). In den anderen Bundesländern wurde der Wert im Jahr 1995 nicht überschritten. Die Überschreitungshäufigkeiten spiegeln die langjährige Beobachtung wider, daß die Ozonkonzentrationen vor allem im Süden, aber auch im Westen Deutschlands besonders hoch sind. Grund hierfür ist die im Süden höhere Sonnenscheindauer sowie die dortige Höhenlage. Beides sorgt für einen stärkeren Ozonbildungsmechanismus als im Norden.

Die erste Bedingung für die Auslösung von Fahrverboten nach dem Ozongesetz (mehr als 240 $\mu g/m^3$ am gleichen Tag an mindestens 3 Meßstationen, die mehr als 50 km, aber weniger als 250 km voneinander entfernt sind), war am 12. August 1995 in Nordrhein-Westfalen erfüllt. Allerdings wurde kein Fahrverbot ausgelöst, da die Prognose für den nächsten Tag (zweite Bedingung nach dem Ozongesetz) keine Konzentrationen über 240 $\mu g/m^3$ im Bereich dieser Stationen erwarten ließ.

Die höchste 1995 in Deutschland gemessene Ozonkonzentration betrug 293 $\mu g/m^3$ (Stuttgart-Hafen am 21. Juli 1995). Der Schwellenwert zur Auslösung des Alarmsystems nach EG-Richtlinie von 360 $\mu g/m^3$ (Stundenmittelwert) wurde somit nicht erreicht. Trotz dieser hohen Konzentration wurde jedoch kein Ozonalarm ausgelöst, da es sich lediglich um eine lokale Spitze handelte und die Bedingung von Überschreitungen des Wertes von 240 $\mu g/m^3$ an mindestens 3 Meßstationen nicht erfüllt war. Einen ausführlichen Jahresbericht zur Ozonsituation 1995 wird das Umweltbundesamt später veröffentlichen.

Saure Niederschläge und weitere Depositionen

Luftverunreinigungen belasten nicht nur die Atemluft des Menschen, sondern insbesondere auch durch Ablagerungen die Böden, Gewässer und Pflanzen. Mit dem Ziel, den Erfolg der getroffenen Luftreinhaltemaßnahmen zu verfolgen, wird nunmehr auch entsprechend der Forderung des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen (1994) in Deutschland die Deposition annähernd flächendeckend und vergleichbar durch das Luftreinhaltemeßnetz des Umweltbundesamtes erfaßt.

Hieraus und aus ergänzenden Messungen, z. B. der Landesforstverwaltungen, ergibt sich folgendes Bild:

Auf nahezu allen Untersuchungsstandorten in den alten Ländern ist während der letzten zehn Jahre ein erheblicher Rückgang der Sulfatdeposition zu verzeichnen. Der Rückgang ist um so höher, je höher die Ausgangsbelastung der Standorte war. Unter Fichtenbeständen im Solling/Harz erreichten die Sulfateinträge beispielsweise gegen Mitte der 70er Jahre mit jährlich 80 bis 110 kg/ha ein Maximum und gingen bis Anfang der 90er Jahre um etwa die Hälfte auf nunmehr 40 bis 50 kg/ha zurück.

Aber auch in den neuen Ländern zeichnet sich in den Jahren 1991 und 1992 eine deutliche Verringerung der Sulfateinträge ab. Dennoch erreicht die aktuelle jährliche Sulfatdeposition z. B. unter Fichtenbeständen in Thüringen immer noch Werte zwischen 35 und 60 kg/ha. Allerdings übersteigen auch die verringerten Schwefeleintragsraten die Schwellenwerte der Verträglichkeit für Waldökosysteme noch beträchtlich.

Die aktuellen jährlichen Eintragsraten von Stickstoff (Nitrat und Ammonium) erreichen derzeit auf vielen Standorten Größenordnungen um 30 bis 40 kg N/ha. Sie liegen damit etwa um das Zwei- bis Fünffache über der Stickstoffmenge, die der Wald für sein Wachstum benötigt. Durch die jahrzehntelang anhaltenden Einträge hat sich in vielen Waldökosystemen eine Sättigung mit Stickstoff eingestellt. Diese Wälder können überschüssigen Stickstoff nicht mehr speichern und geben ihn – zum Teil in umweltbelastender Form – wieder ab.

Schwefel- und Stickstoffeinträge in die Wälder bedeuten eine erhebliche Säurebelastung insbesondere der Waldböden. Waldböden können Säureeinträge innerhalb gewisser Grenzen abpuffern bzw. ökosystemunschädlich neutralisieren. Wird diese Pufferfähigkeit jedoch überschritten, so ist mit einer fortschreitenden Versauerung der Waldböden zu rechnen. Durch die Bodenversauerung verringert sich die Fähigkeit der Böden, Nährstoffe festzuhalten. Zudem können v.a. infolge der Zerstörung von Tonmineralen hohe Konzentrationen potentiell giftiger Aluminium-, Eisen- und Manganionen im Bodenwasser auftreten. Standorte mit pufferschwachem Untergrund können bis in Grund- und Quellwasser-Schichten hinein versauern. Dadurch kann die Wasserqualität erheblich beeinträchtigt werden.

Gemäß den Vereinbarungen im Rahmen der UN/ECE sind auch in Deutschland kritische Belastungsgrenzen für Waldökosysteme gegenüber Säureeinträgen errechnet worden. Hierbei werden in einem einfachen Gleichgewichtsansatz die säureproduzierenden und säureverbrauchenden Prozesse gegeneinander aufgewogen („Critical Loads"-Konzept). Das Puffervermögen der Böden und damit die kritische Belastungsgrenze ist überschritten, wenn die Menge der Säuredeposition und der bodeninternen Säurebildung die der gesamten Säureneutralisationskapazität übersteigt.

Dabei ist zu beachten, daß sowohl die Deposition von Schwefelverbindungen als auch die von Stickstoff-

verbindungen (Stickstoffoxide und Ammonium) versauerend auf den Boden wirken. Die Angabe einer Empfindlichkeit der Böden muß sich daher auf eine Gesamtsäurebelastung beziehen.

Trotz der erheblichen Minderung der SO_2-Emissionen werden die kritischen Belastungswerte besonders in Teilen der neuen Länder noch deutlich überschritten. In Teilen der alten Länder übersteigen die Säureeinträge die kritischen Belastungswerte vor allem wegen der unvermindert hohen Stickstoffeinträge.

Treibhauseffekt und Klimaänderungen

Klimawirksame Gase beeinflussen den Strahlungshaushalt des Erde-Atmosphäre-Systems und verändern diesen. Die atmosphärischen Konzentrationen von Treibhausgasen, u. a. CO_2, Methan und Distickstoffoxid, sind seit vorindustriellen Zeiten (1750) deutlich angestiegen. Dies wurde im wesentlichen durch menschliche Aktivitäten verursacht, insbesondere durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe, Landnutzungsänderungen und die Landwirtschaft.

Das wichtigste klimawirksame Treibhausgas ist Kohlendioxid (CO_2). Neben CO_2 tragen auch eine Reihe anderer Spurengase zum zusätzlichen, anthropogenen Treibhauseffekt bei. Dies kann langfristig zur globalen Erwärmung, anderen Klimaänderungen und deren Folgewirkungen führen; hierauf wird in Abschnitt 3.1.6.3.1 eingegangen. Nationale Maßnahmen zur Bekämpfung von Klimaänderungen werden in Abschnitt 3.1.2.2 behandelt.

Stratosphärische Ozonschicht

Chemisch schwach wirksame Schadstoffe, die aufgrund ihrer Langlebigkeit in die Stratosphäre aufsteigen, können dort die Ozonschicht angreifen.

Die aufgrund anthropogener Emissionen von Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW) und Halonen beeinflußten Ozonkonzentrationen in der Stratosphäre ändern sich besonders ausgeprägt über den Polarregionen. Wegen der besonderen meteorologischen Verhältnisse ist dabei die Ozonschicht über der Antarktis am stärksten beeinträchtigt, und zwar zur Zeit des polaren Frühlings.

Aber auch in bezug auf die Arktis mehren sich in der jüngsten Vergangenheit ernstzunehmende Meldungen. Auf der Basis satellitengestützter Messungen wurde im arktischen Polarwirbel während des Winters 1992/93 ein deutlicher Ozonabbau festgestellt, der auf anthropogenes Chlor zurückgeführt werden kann. Zu Beginn des Jahres 1995 durchgeführte Messungen auf Spitzbergen belegen extrem niedrige Ozonwerte in der Größenordnung eines Defizits von fast 50 %. Inzwischen gilt es als erwiesen, daß in der Stratosphäre über der Arktis die gleichen ozonabbauenden Prozesse wirksam werden wie über der Antarktis.

Die Analysen der Ozonmessungen von Satelliten und Bodenstationen lassen deutlich verminderte Ozonsäulendichten mit regional und jahreszeitlich verschieden ausgeprägten Trends insbesondere in den mittleren und hohen Breiten beider Hemisphären erkennen. Die Ozonverluste über der Nordhemisphäre sind dabei während der Winter- und Frühjahrsmonate mit bis zu 8 % je Dekade am stärksten. Während der übrigen Jahreszeit sind sie weniger ausgeprägt, jedoch signifikant. Die Abnahmen haben sich besonders in den 80er Jahren verstärkt.

Zur Beobachtung der Ozonsäulendichten über Deutschland werden beim Deutschen Wetterdienst Ozonsonderaufstiege durchgeführt. Diese Messungen zeigen eine Verlustrate von etwa 5 % je Dekade im Höhenbereich von 18 bis 22 km.

Nach heutiger Kenntnis sind sowohl die globalen Ozonabnahmen als auch die jährlich wiederkehrenden Abnahmen des Ozons in der Antarktis durch die zunehmende Konzentration von Schadgasen in der Atmosphäre, speziell der FCKW und Halone verursacht, wenn sich auch die einzelnen Abbaumechanismen im Detail unterscheiden.

Wenn auch die Emissionen an FCKW und Halonen (Verwendung als Lösemittel, bei der Herstellung von Schaumstoffen, als Kältemittel und als Treibmittel für Sprühdosen, Halone hauptsächlich als Feuerlöschmittel) aufgrund der Befolgung des Montrealer Protokolls drastisch zurückgehen, nimmt deren Konzentration als Spätfolge früherer Emissionen in der Stratosphäre auch in den kommenden Jahren noch zu, so daß jeweils mit einem stark ausgeprägten Ozonloch über der Antarktis und Ozonabnahme über der Arktis sowie den mittleren und höheren Breiten beider Hemisphären gerechnet werden muß.

Global Atmosphere Watch

Als eine Folge der Konferenz der Vereinten Nationen in Rio de Janeiro wurde durch die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) das Umweltbeobachtungsprogramm „Global Atmosphere Watch" (GAW) ins Leben gerufen. GAW ist in das Klimaüberwachungssystem GCOS (Global Climate Observation System) eingegliedert.

Im Rahmen von GAW wird ein weltweites Beobachtungsnetz mit 30 sog. Globalstationen und 200 bis 300 sogenannten Regionalstationen eingerichtet. Ziele von GAW sind:

- Umweltüberwachung

  Feststellung der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre und ihre Veränderung durch natürliche sowie durch den Menschen verursachte (anthropogene) Prozesse

- Frühwarnung

  Feststellung möglicher Klimaveränderungen, Überwachung des Klimasystems und der damit gekoppelten chemischen und physikalischen Parameter

- Aufdeckung von Transporten

  Feststellung von überregionalen Schadstofftransporten sowie deren Veränderung

- Umweltkontrolle

  Überwachung der Einhaltung internationale Abkommen zur Reduzierung der Luftverunreinigung

- Forschung

  Erweiterung der Erkenntnisse über das chemische und physikalische Verhalten der Atmosphäre.

Deutschland beteiligt sich am GAW-Programm mit einer Globalstation im Umwelthöhenobservatorium Schneefernerhaus auf der Zugspitze in Verbindung mit dem Hohenpeißenberg und den beiden Regionalstationen Schauinsland und Neuglobsow.

Das Meßprogramm der Globalstation umfaßt neben den klimarelevanten Spurenstoffen wie Kohlendioxid (CO_2), Ozon (O_3), Methan (CH_4), Wasserdampf (H_2O), Distickstoffmonoxid (N_2O) auch reaktive Spurengase (z. B. SO_2, NO_x), FCKW, partikelförmige Luftverunreinigungen, Strahlung, Vertikalprofile ausgewählter Spurenstoffe, Niederschlag und Wolkenwasser sowie Deposition und meteorologische Parameter.

Boden- und Gewässerversauerung

Trotz der Luftreinhaltemaßnahmen hat sich die Versauerungssituation in den letzten zehn Jahren kaum verändert. Dies ist einerseits in der zeitverzögerten Reaktion auf die sauren Einträge der Vergangenheit und zum anderen durch die veränderte Dispositionsmatrix mit sinkenden Schwefel- aber ansteigenden Stickstoff-Einträgen zu erklären.

Die effektivste Maßnahme gegen das Fortschreiten der Versauerung ist die Emissionssenkung. Aufgrund der bereits angesprochenen Nachhaltigkeit des in Gang gekommenen Prozesses ist nicht in jedem Fall eine „Reparatur" der eingetretenen Schädigungen möglich. Daher gilt hier der Grundsatz der Schadensbegrenzung. Vorrangiges Ziel ist es dabei, weitere Schadstoffemissionen weitgehend zu verringern oder, wo möglich, zu vermeiden. Das gilt insbesondere für das in Vorbereitung befindliche neue NO_x/VOC-Protokoll im Rahmen des Genfer Luftreinhalteübereinkommens, das sog. Säureprotokoll, das die Reduzierung der wichtigsten am Versauerungsprozeß beteiligten Schadstoffe vorsieht. Auch Bodenschutzmaßnahmen werden mitwirken.

Die Bundesregierung beabsichtigt, in dieser Legislaturperiode den Entwurf eines Bundes-Bodenschutzgesetzes vorzulegen. Der Entwurf wird neben Regelungen zur Gefahrenabwehr und Sanierung von Altlasten und kontaminierten Böden auch Regelungen zur Vorsorge gegen zukünftige schädliche Einwirkungen enthalten. Grund ist u. a. die Erhaltung der Nutzungsfunktionen des Bodens. Hierfür ist die Festlegung von Boden-Vorsorgewerten vorgesehen, bei deren Erreichen die Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung vorliegt. In einer Rechtsverordnung sollen Maßnahmen zur Bodenvorsorge festgelegt werden können. Nach diesen Regelungen definierte schädliche Bodenveränderungen sollen je nach Ursache als schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne des § 3 Abs. 1 oder als Gefahren etc. im Sinne des § 5 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG gelten. Zur Vorsorge ist zukünftig die Einhaltung von Anforderungen anzustreben, die in Rechtsverordnungen zu dem Bundes-Bodenschutzgesetz festgelegt werden.

3.1.2 Maßnahmen zur Luftreinhaltung

3.1.2.1 Änderungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und anderer Rechtsvorschriften

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich ausschließlich auf die Änderungen des BImSchG und seiner Rechtsverordnungen seit dem 1. Januar 1992. Teilweise sind Änderungen der Rechtsverordnungen, die 1992 in Kraft getreten sind, bereits im 5. Immissionsschutzbericht behandelt worden, obwohl sich der damalige Berichtszeitraum nur auf die Jahre von 1988 bis 1991 erstreckt (vgl. S. 5). In diesen Fällen wird auf die entsprechenden Textpassagen im 5. Immissionsschutzbericht an der jeweiligen Stelle verwiesen.

Ferner wird darauf hingewiesen, daß in diesem Kapitel ausschließlich die Maßnahmen aufgeführt werden, die nicht an anderer Stelle (insbesondere in Abschnitt 2) beschrieben werden.

3.1.2.2 Energiebezogene Maßnahmen

Mit der Rede des Bundeskanzlers vor der 1. Vertragsstaaten-Konferenz in Berlin am 5. April 1995 hat sich die Bundesregierung das Ziel gesetzt, die CO_2-Emissionen bis zum Jahre 2005 im Vergleich zu 1990 um 25 % zu senken. Damit wurde das nationale CO_2-Minderungsziel auf das international übliche Basisjahr 1990 bezogen und präzisiert.

Die Bundesregierung stützt ihre Politik zur Verminderung von CO_2 und anderen Treibhausgasen sowohl auf den Gesichtspunkt der Klimavorsorge als auch auf die Notwendigkeit zur weiteren Verminderung „traditioneller" Umweltbelastungen und die Notwendigkeit zur Schonung begrenzt verfügbarer Ressourcen. Energiebezogene Maßnahmen tragen nicht nur zum Klimaschutz bei, sie entlasten gleichzeitig die Umwelt auf breiter Front (Verringerung der Luft-, Gewässer- und Bodenbelastungen). Analoges gilt für die Verminderung nichtenergiebedingter Treibhausgase. Im Sinne einer „Vorsorge- und no-regret-Politik" wird somit im Rahmen des Gesamtkonzeptes der Bundesregierung verschiedenen Zielen gleichzeitig entsprochen.

Da auch heute noch keine technisch oder ökonomisch sinnvoll darstellbaren nachgeschalteten Anlagen zur Minderung der CO_2-Emissionen zur Verfügung stehen, bleiben als einzige Ansatzpunkte der rationelle und sparsame Einsatz von Energie auf allen Ebenen der Energieversorgung und -nutzung sowie die Substitution von Brennstoffen mit dem Ziel der Verminderung von CO_2- und anderen Treibhausgasemissionen.

Im Rahmen der Klimavorsorgepolitik hat der Einsatz ökonomischer Instrumente, mit denen externe Kosten der Energienutzung verursachergerecht in die Energiepreise einbezogen und damit Lenkungssignale zur Erhöhung der Energieeffizienz gesetzt sowie Substitutionsprozesse angestoßen werden, für die Erreichung des CO_2-Minderungsziels der Bundesregierung weiterhin wesentliche Bedeutung. Die Bundesregierung strebt in diesem Zusammenhang eine EU-weite CO_2-Energiebesteuerung an.

Bestandteil des Gesamtkonzepts sind auch Förderungsmaßnahmen. Die Bundesregierung hat hier bereits mit einem Bündel von Hilfen und Maßnahmen einen wichtigen Beitrag für eine deutliche Minderung von Treibhausgasemissionen (insbesondere CO_2) geschaffen.

Eine wesentliche Voraussetzung für eine nachhaltige CO_2-Reduzierung ist die Verfügbarkeit moderner, hocheffektiver Energietechnologien und die Nutzung von CO_2-armen bzw. CO_2-freien Energiequellen. Die Bundesregierung entwickelt diese Technologien in breitestmöglichem Umfang im Rahmen ihres Programms Energieforschung und Energietechnologien.

Die Bundesregierung hat außerdem mit dem IKARUS-Projekt ein Instrumentarium geschaffen, mit dem CO_2-Reduktionsstrategien auf ihre technische Machbarkeit und ihre volkswirtschaftlichen Auswirkungen untersucht werden können.

Im Rahmen eines systematisch entwickelten Maßnahmenkatalogs werden ordnungsrechtliche Anforderungen auch künftig wichtige Elemente eines umfassenden Gesamtkonzepts darstellen. Neben ökonomischen Instrumenten und ordnungsrechtlichen Anforderungen sieht die Bundesregierung flankierende Instrumente wie Information, Beratung, Aus- und Weiterbildung als notwendige dritte Säule des Maßnahmenbündels an. Die Bundesregierung hält den verstärkten und möglichst aufeinander abgestimmten Einsatz von Maßnahmen zur Verbesserung der Verbraucherinformation, wie z. B. das deutsche und das europäische Umweltzeichen sowie die Kennzeichnung des Energieverbrauchs von Haushaltsgeräten, für außerordentlich wichtig. Auf diesem Wege soll das Problembewußtsein aller Beteiligten und dabei in besonderem Maße auch der Verbraucher für die Notwendigkeit und die Möglichkeiten der Minderung von Treibhausgasemissionen (vor allem CO_2) aktiviert werden.

Im Vorfeld der 1. Vertragsstaatenkonferenz zur Klimarahmenkonvention in Berlin fanden intensive Gespräche zwischen der Bundesregierung und der deutschen Wirtschaft über weitere eigene Maßnahmen der Wirtschaft zur Verminderung von CO_2-Emissionen statt. Am 10. März 1995 wurde der Bundesregierung die Erklärung der deutschen Wirtschaft zur Klimavorsorge übergeben.

Durch diese Erklärung wird der von der Bundesregierung in der Koalitionsvereinbarung vorgezeigte Weg zu mehr Selbstverantwortung der Wirtschaft beschritten.

In der Erklärung werden belastbare Daten zu CO_2-Reduktionszielen der einzelnen Wirtschaftszweige aufgeführt. Ferner hat sich die Wirtschaft verpflichtet, die Umsetzung ihrer Zusagen durch ein Monitoring nachzuweisen. Es liegt im gemeinsamen Interesse von Bundesregierung und Wirtschaft zu belegen, wie erfolgreich Selbstverpflichtungserklärungen sein können. Über die im einzelnen von den jeweiligen Wirtschaftszweigen durchzuführenden Maßnahmen wird die Bundesregierung gemeinsam mit der Wirtschaft weiter beraten.

Die Bundesregierung ist sich bewußt, daß die eingegangenen Verpflichtungserklärungen bestimmter Rahmenbedingungen bedürfen. Vor diesem Hintergrund ist die Bundesregierung bereit, ordnungsrechtliche Maßnahmen zur Klimavorsorge, wie z. B. die Wärmenutzungsverordnung, einstweilen zurückzustellen und entsprechend der Koalitionsvereinbarung der Privatinitiative Vorrang zu geben. Falls diese nicht zu den gesetzten Zielen führt, wird die Bundesregierung über dann erforderliche Schritte neu nachdenken.

Angesichts der globalen Dimension des Treibhauseffektes bekräftigt die Bundesregierung ihre Auffassung, daß nationale Alleingänge das Problem nicht lösen können.

Die Bundesregierung ist der Auffassung, daß politische Maßnahmen zur Vorsorge nicht allein mit dem Hinweis auf noch vorhandene Wissenslücken unterlassen werden dürfen.

Der durch die deutsche Wirtschaft in Übereinstimmung mit der Bundesregierung vorgeschlagene Weg könnte Minderungspotentiale erschließen, die staatlichen Einzelinstrumenten nicht zugänglich wären. Ein Erfolg dieses Weges könnte darüber hinaus Vorbildwirkung für die Industriestaaten besitzen. Dazu ist es erforderlich, daß die Wirtschaft die abgegebene Erklärung mit Nachdruck erfolgreich umsetzt. Die Glaubwürdigkeit dieses Weges und damit die Entscheidung über weitere staatliche ordnungsrechtliche und ökonomische Maßnahmen hängen auch davon ab, daß diese Erfolge nachvollziehbar und transparent sind.

Das Verfahren des Monitoring, dem sich alle Verbände unterziehen wollen, muß deshalb in seiner Durchführung und der Ergebnisdarstellung diesem Ziel entsprechend gestaltet werden. Dazu ist es erforderlich, daß die Ausgangsbedingungen der einzelnen Branchen, die zugrundegelegten Entwicklungsszenarien und die zielführenden Maßnahmen nachfolgend in konkretisierenden und erläuternden Anhängen zu den Erklärungen der einzelnen Verbände niedergelegt werden.

Angesichts des hohen Energieverbrauchs und der hohen Emissionsmenge klimaschädlicher Treibhausgase in den Industrieländern sind diese besonders gefordert: Sie müssen ihrer besonderen Verantwortung zum Schutz des globalen Klimas nachkommen. Deshalb begrüßt die Bundesregierung mit Nachdruck, daß die Europäische Union mit gutem Beispiel vorangegangen ist und sich verpflichtet hat, auch

nach dem Jahr 2000 die CO_2-Emissionen nicht wieder anwachsen zu lassen.

3.1.2.3 Anlagenbezogene Maßnahmen

3.1.2.3.1 Verordnung über Kleinfeuerungsanlagen – 1. BImSchV

Die am 1. Oktober 1988 in Kraft getretene Neufassung der Kleinfeuerungsanlagen-Verordnung enthält Anforderungen an die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb der nicht genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen. Hierzu gehören die Feuerungsanlagen der privaten Haushalte und der Kleinverbraucher (z. B. Handwerk, Gewerbe), deren Leistungsbereich sich von wenigen Kilowatt Wärmeleistung für ein Einfamilienhaus bis zu mehreren Megawatt für große Gebäudekomplexe erstreckt.

Die Anforderungen der Verordnung treten für Altanlagen erst nach Ablauf bestimmter Übergangsfristen in Kraft. Am 1. Oktober 1993 bzw. am 3. Oktober 1995 (neue Bundesländer) sind für ältere Öl- und Gasfeuerungsanlagen strengere Abgasverlustgrenzwerte wirksam geworden. Das bedeutet, daß diese Anlagen intensiver gewartet und ein Teil davon ggf. saniert und/oder erneuert werden muß. In den neuen Bundesländern greift diese Verschärfung nach dem Einigungsvertrag erst ab dem 3. Oktober 1995.

Am 27. Juli 1994 ist die Erste Änderungsverordnung zur 1. BImSchV in Kraft getreten. Mit dieser Änderung wurde die bereits für Steinkohlebriketts geltende Regelung, durch eine besondere Vorbehandlung eine dem höchstzulässigen Schwefelgehalt von 1 Gewichtsprozent gleichwertige Begrenzung der SO_2-Emissionen im Abgas sicherzustellen, auf Braunkohlebriketts erweitert. Damit wird der weitere Einsatz der mitteldeutschen Braunkohle, deren natürlicher Schwefelgehalt mehr als 1 Gewichtsprozent beträgt, in Form von Additivbriketts ermöglicht.

Die Kleinfeuerungsanlagen tragen in nicht unerheblichem Maße zu den energiebedingten CO_2-Emissionen bei. Nach dem Stand von 1993 betrug ihr Anteil an den energiebedingten CO_2-Emissionen in Deutschland mehr als 20 %. Dazu trägt der Altanlagenbestand überproportional bei. Mehr als 30 % der in Betrieb befindlichen ca. 12 Millionen Öl- und Gasfeuerungsanlagen sind älter als 15 Jahre. Diese Anlagen haben nach dem heutigen Stand der Technik eine vergleichsweise schlechte Energieeffizienz.

Zur Ausschöpfung der vorhandenen CO_2-Minderungspotentiale hat das Bundeskabinett am 7. Mai 1956 eine weitere Novelle der 1. BImSchV verabschiedet. Ziel ist es, u. a. die zulässigen Wärmeverluste über das Abgas weiter zu begrenzen. Dies soll für einen Teil der Altanlagen durch eine Pflicht zur Modernisierung innerhalb angemessener Übergangsfristen erreicht werden.

3.1.2.3.2 Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen – 2. BImSchV

Seit dem 1. März 1991 gelten die Anforderungen der neu gefaßten 2. BImSchV. Ziel der Verordnung ist es, durch verschärfte Anforderungen die Emissionen bei der Verwendung leichtflüchtiger Halogenkohlenwasserstoffe (HKW) als Lösungs- und Reinigungsmittel in bestimmten Anlagen zu begrenzen. Zu diesen Anlagen zählen Oberflächenbehandlungsanlagen, Chemischreinigungs- und Extraktionsanlagen. Außerdem dürfen seit dem 31. Dezember 1992 als HKW nur noch die Chlorkohlenwasserstoffe (CKW) Tetrachlorethen (PER), Trichlorethen (TRI) sowie Dichlormethan eingesetzt werden. Damit wurden insbesondere die ozonabbauenden und zur Erwärmung der Erdatmosphäre beitragenden Lösemittel (FCKW R 11, R 112 und R 113 sowie 1.1.1 Trichlorethan) endgültig von der Verwendung in o. g. Anlagen ausgeschlossen.

Die letzten Übergangsregelungen für Altanlagen sind am 31. Dezember 1994 abgelaufen, d. h. die Anforderungen der 2. BImSchV gelten nunmehr ohne Einschränkungen.

3.1.2.3.3 Großfeuerungsanlagenverordnung – 13. BImSchV

Mit dem Erlaß der Großfeuerungsanlagen-Verordnung vom 22. Juni 1983 wurde eine Regelung in Kraft gesetzt, mit der die Emissionen aus Großfeuerungsanlagen wirksam gemindert wurden und werden. Die Umsetzung dieser Vorschrift ist im bisherigen Bundesgebiet für die Großfeuerungsanlagen abgeschlossen; spätestens bis zum 1. April 1993 mußten alle Anlagen die SO_2-Emissionswerte für Neuanlagen einhalten.

Für die Anlagen in den neuen Bundesländern ist die Umsetzung der 13. BImSchV in vollem Gange. Ein Teil der bestehenden Kraftwerke in den neuen Bundesländern wird mit fortschrittlichen Umweltschutztechniken nachgerüstet, veraltete Feuerungsanlagen wurden oder werden schrittweise stillgelegt. Die Kraftwerke und Industriefeuerungen mit unbegrenzter Restnutzung, die unter die 13. BImSchV fallen, werden weiterhin zügig saniert. Die Nachrüstung dieser Anlagen muß bis zum 30. Juni 1996 abgeschlossen sein. Der Weiterbetrieb von Altanlagen mit begrenzter Restnutzung ist spätestens am 1. April 2001 einzustellen.

Die im 5. Immissionsschutzbericht beschriebenen Maßnahmen und Vorschriften zur Luftreinhaltung bei Großfeuerungsanlagen wurden und werden zügig weiterentwickelt und umgesetzt.

Im Jahr 1993 wurden von der EG-Großfeuerungsanlagen-Richtlinie in den alten Bundesländern 403 Anlagen mit einer Gesamtfeuerungswärmeleistung von 288 180 MW erfaßt. Davon haben 129 Anlagen eine Feuerungswärmeleistung >300 MW; diese haben die schärfsten Anforderungen einzuhalten.

In den neuen Bundesländern wurden von der o. g. Richtlinie im Jahr 1993 194 Anlagen erfaßt, von denen 149 Anlagen eine Feuerungswärmeleistung >300 MW haben. Die ermittelte Gesamtfeuerungswärmeleistung in den neuen Bundesländern beträgt 81 661 MW.

Die Tabelle 68 gibt einen Überblick über die SO_2- und NO_x-Emissionen im Vergleich zu den Vorgaben der EU-Großfeuerungsanlagen-Richtlinie 90/656/EWG (alte und neue Bundesländer).

Die Übersicht zeigt, daß die Emissionen in Deutschland bereits 1993 erheblich weiter vermindert worden sind, als es die Richtlinie vorschreibt. Die Emissionen an Stickoxiden sind 1993 bereits auf Werte reduziert worden, die unter den Emissionsfrachtvorgaben der Richtlinie für das Jahr 1998 liegen.

Durch strenge, entsprechend dem Stand der Technik stetig weiterentwickelte Umweltanforderungen ist in einem so wichtigen Umweltbereich wie der Energieumwandlung eine deutliche Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Umweltbelastung gelungen.

Die in Vorbereitung oder in Durchführung befindlichen Maßnahmen zur Nachrüstung oder zum Neubau von Großfeuerungsanlagen mit SO_2-Abgasreinigungseinrichtungen lassen auch für die Jahre 1998 und 2003 eine erhebliche Unterschreitung der von der Richtlinie vorgegebenen SO_2- und NO_x-Emissionsfrachten aus Großfeuerungsanlagen in Deutschland erwarten.

Alte Bundesländer

Im Jahr 1980 emittierten die Großfeuerungsanlagen in den alten Bundesländern rund 2,2 Mio. t Schwefeldioxid. Im Laufe des Vollzuges der Verordnung für Großfeuerungsanlagen wurden diese Emissionen bis zum Jahr 1989 um 79% auf 0,4 Mio. t reduziert. Durch weitere Anlagennachrüstung und Stillegung von Altanlagen gingen die Schwefeldioxidemissionen gegenüber 1980 bis 1993 insgesamt um über 89% auf unter 0,3 Mio. t zurück.

Die derzeitige SO_2-Emissionsminderung um mehr als 90% (bezogen auf das Jahr 1980) bei Kraftwerken in den alten Bundesländern ist im wesentlichen durch Nachrüstung mit und Ertüchtigung von Abgasreinigungseinrichtungen erzielt worden.

Bei der Ausrüstung der Großfeuerungsanlagen mit Abgasentschwefelungseinrichtungen setzte sich mit 90% Marktanteil das Kalk-/Kalksteinwaschverfahren durch. Mit diesem Verfahren werden Schwefelabscheidegrade von über 95% erreicht und Gips als verwertbares Endprodukt erzeugt.

Die im Jahr 1990 in den alten Bundesländern abgeschlossene Nachrüstung der Großfeuerungsanlagen mit den erforderlichen Sekundärmaßnahmen zur NO_x-Minderung führte bis dahin zur Ausstattung von Anlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von rund 80 000 MW mit NO_x-Abgasreinigungseinrichtungen. Das Umweltbundesamt geht davon aus, daß in den alten Bundesländern derzeit bei Großfeuerungsanlagen eine Feuerungswärmeleistung von rund 90 000 MW mit NO_x-Abgasreinigungseinrichtungen in Betrieb sind.

Mit dem im Rahmen der Maßnahmen zur NO_x-Minderung bei Großfeuerungsanlagen durchgeführten Sanierungsprogramm konnten die Stickstoffoxidemissionen aus Großfeuerungsanlagen von 0,87 Mio. t im Jahr 1980 bis zum Jahr 1990 um 66% auf 0,30 Mio. t abgesenkt werden. Bis 1993 haben sich die Stickstoffoxidemissionen nochmals verringert und liegen derzeit bei knapp 0,25 Mio. t; das bedeutet, bezogen auf 1980, eine Reduzierung um 72%.

Über die erhebliche Reduzierung von luftverunreinigenden Emissionen aus Großfeuerungsanlagen durch abgasentschwefelnde und NO_x-mindernde Maßnahmen hinaus konnten auch bei der Entstaubung weitere Erfolge erzielt werden. Durch Nachrüstung und Stillegung von Anlagen in den alten Bundesländern wurden die Staubemissionen gegenüber dem Jahr 1983 von 100 kt bis zum Jahr 1990 um 75% auf etwa 25 kt vermindert. Mit Beendigung der Restnutzung von Altanlagen bis 1993 wurden die Staubemissionen im Vergleich zu 1983 um über 80% auf unter 20 kt/a gesenkt.

Die Verringerung der Emissionen aus Großfeuerungsanlagen erfolgte auch in erheblichem Umfang durch Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz, mit denen die spezifischen Emissionen, insbesondere in öffentlichen Kraftwerken, je erzeugter Kilowattstunde Strom gesenkt wurden. Dazu zählen die Verbesserung von technischen Parametern und die Einführung und Optimierung der Betriebsführung bei bestehenden Anlagen.

Neue Bundesländer

Durch den wirtschaftlichen Umbruch in den neuen Bundesländern und die Umsetzung der 13. BImSchV wurden die Emissionen aus Großfeuerungsanlagen in den vergangenen Jahren erheblich gemindert.

Bei der Durchführung der Nachrüstungs- und Stilllegungsmaßnahmen haben sich die administrativen und technischen Erfahrungen der Umsetzung der 13. BImSchV in den alten Bundesländern als hilfreich für Behörden und Betreiber in den neuen Ländern erwiesen und zu einem zügigen Beginn der Nachrüstungsprogramme geführt.

Zur Abgasentschwefelung der braunkohlebefeuerten Kraftwerke in den neuen Ländern werden ausschließlich Kalk-/Kalksteinwaschverfahren eingesetzt. Dabei wird ein verwertbarer Gips erzeugt. Mit dem Bau von Abgasentschwefelungseinrichtungen an den Standorten Jänschwalde und Boxberg wurde im Herbst 1992 begonnen. Die ersten Anlagen wurden im ersten Halbjahr 1995 in Betrieb genommen.

Die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte des Beschlusses der Umweltministerkonferenz vom 5. April 1984 wird bei braunkohlebefeuerten Anlagen auch ohne Nachrüstung mit NO_x-Abgasreinigungsanlagen allein mit feuerungstechnischen Maßnahmen erreicht werden.

Die Schwefeldioxidemissionen aus Großfeuerungsanlagen gingen gegenüber 1989 um 46% auf ca. 1,95 Mio. t im Jahr 1993 zurück; die Stickoxidemissionen verringerten sich in diesem Zeitraum um 37%, d. h. auf ca. 0,18 Mio. t. Bei den staubförmigen Emissionen wurde für den gleichen Zeitraum eine Reduzierung von 45% auf etwa 0,5 Mio. t/a erreicht.

Auch in den neuen Bundesländern erfolgte und erfolgt die Verringerung der Emissionen aus Großfeuerungsanlagen in erheblichem Umfang durch Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz. Beispielsweise wurde parallel zu den Maßnahmen der NO_x-Minderung im Kraftwerk Jänschwalde eine Ertüchtigung der 500 MW_{el}-Blöcke durchgeführt, deren

Netto-Wirkungsgrad dadurch von 32,4 auf 34,4 % angehoben wurde. Wesentliche Maßnahmen dazu sind der Ersatz der Niederdruckteile der Dampfturbinen und beispielsweise im Kraftwerk Boxberg auch die Absenkung der Abgastemperatur um 30 K bis 50 K durch Vergrößerung der Heizflächen in den Dampfkesseln.

Die Anhebung der Wirkungsgrade bei diesen Anlagen ist um so bemerkenswerter, weil damit der zusätzliche Energieverbrauch der Umweltschutzmaßnahmen (z. B. Abgasentschwefelung) weit überkompensiert wird.

Es ist davon auszugehen, daß in der zweiten Hälfte der 90er Jahre auch in den neuen Bundesländern die Maßnahmen zur Luftreinhaltung im Großfeuerungsanlagenbereich mit dem gleichen Erfolg wie in den alten Bundesländern abgeschlossen werden.

3.1.2.3.4 Umsetzung der TA Luft

In der TA Luft 1986 wurden die emissionsbegrenzenden Anforderungen für alle genehmigungsbedürftigen Anlagen (außer Großfeuerungsanlagen) konkretisiert. Neuanlagen müssen die Anforderungen sofort einhalten. Nach einer festgelegten zeitlichen Staffelung müssen auch Altanlagen einem fortschrittlichen Stand der Technik angepaßt werden. Je nach Gefährdungspotential der Stoffe und Emissionsrelevanz der Altanlagen wurden für die Nachrüstungen Übergangszeiten von drei, fünf oder acht Jahren festgelegt; in den alten Bundesländern war die Nachrüstung im wesentlichen bis zum 28. Februar 1994 abzuschließen oder die Anlagen waren stillzulegen. Für die neuen Bundesländer wurden diese Übergangszeiten jeweils um ein Jahr verlängert; als Fristbeginn zählt dort der 1. Juli 1990. Die Nachrüstung der weitaus überwiegenden Zahl der Anlagen muß somit bis spätestens zum 1. Juli 1999 abgeschlossen sein. Ca. 54 000 Altanlagen fallen unter den Anwendungsbereich der TA Luft. Von diesen Anlagen sind nach den Angaben der Länder ca. 23 000 sanierungsbedürftig. Wenn man von den bisher nicht abgeschlossenen Widerspruchsverfahren absieht, sind in den alten Bundesländern nahezu 100 % der Anforderungen umgesetzt; in den neuen Bundesländern liegt der Umsetzungsgrad bei ca. 40 bis 80 %. Einzelne Daten können der Tabelle 69 entnommen werden.

Die Auswirkungen der Altanlagensanierung auf die Emissionsminderung ist flächendeckend für Deutschland noch nicht erfaßt worden. Vorliegende Daten aus Nordrhein-Westfalen spiegeln jedoch den Trend wider. In Nordrhein-Westfalen konnten mit dem Sanierungskonzept folgende Emissionsminderungen im Bereich der von der TA Luft erfaßten Anlagen erzielt werden:

- krebserzeugende Stoffe: ca. 65 %,
- staubförmige anorganische Stoffe: ca. 60 %,
- gasförmige anorganische Stoffe: ca. 42 %,
- organische Stoffe: ca. 55 %.

Hieran kann man erkennen, daß die Sanierung der Altanlagen im Rahmen der TA Luft zu einer nachhaltigen Emissionsminderung beigetragen hat.

3.1.2.3.5 Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnlich brennbare Stoffe – 17. BImSchV

Am 1. Dezember 1990 ist die Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe (17. BImSchV) in Kraft getreten. Hervorzuheben sind insbesondere nachfolgende Merkmale der 17. BImSchV:

- Minimierung der Emissionen von Dioxinen und Furanen durch erstmalige Festlegung eines bundesweiten Dioxingrenzwertes von 0,1 ng TE/m^3 (TE = toxische Äquivalente),
- Berücksichtigung des zwischenzeitlich verbesserten Standes der Minderungstechnik durch Festlegung von Grenzwerten, die im Vergleich zur TA Luft erheblich verschärft wurden,
- Festlegung von Anforderungen an die Wärmenutzung und die Behandlung von Reststoffen.

Der Anwendungsbereich der Verordnung erstreckt sich auf alle nach der 4. BImSchV genehmigungsbedürftigen Anlagen, in denen Abfälle oder ähnliche brennbare Stoffe verbrannt oder mitverbrannt werden. Im Fall der Mitverbrennung von Abfällen werden die Grenzwerte über eine sogenannte Mischungsrechnung ermittelt.

Die 17. BImSchV räumt Altanlagen Übergangsfristen ein. Danach müssen Altanlagen spätestens bis zum 1. Dezember 1996 die Anforderungen für Neuanlagen einhalten.

Seit Inkrafttreten der 17. BImSchV ist im Rahmen des Vollzugs der Verordnung die Sanierung der betroffenen Anlagen zügig vorangeschritten. So hat beispielsweise die Nachrüstung von Hausmüllverbrennungsanlagen mit Techniken zur Dioxinminderung zu einer geschätzten Abnahme der von diesen Anlagen über den Abgasweg verursachten jährlichen Dioxinemissionen von ca. 400 g TE im Jahr 1990 auf ca. 30 g TE bis zum Zeitraum 1994/95 geführt. Nach Abschluß der Nachrüstung der Hausmüllverbrennungsanlagen im Jahr 1996 werden die Dioxinemissionen jährlich weniger als 4 g TE (d. h. weniger als 1 % des Ursprungswertes) betragen (siehe hierzu auch Abschnitt 3.1.6.1.5).

3.1.2.3.6 Dioxinemissionsbegrenzung bei Industrieanlagen

Ein zentrales Thema zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt wird auch zukünftig die Verringerung der Neueinträge von Dioxinen in die Umwelt sein.

Vor diesem Hintergrund wird nach einer Analyse der Emissionsbelastung mit Dioxinen aus stationären Anlagen das folgende gestufte Anforderungskonzept von den Immissionsschutzbehörden in die Betriebspraxis umgesetzt:

- Bei Anlagenarten, deren Dioxinemissionen einen Wert von 0,1 ng TE/m^3 nicht überschreiten, sind weitergehende Maßnahmen nicht erforderlich.
- Für Anlagenarten mit einem Abgasvolumen von weniger als 5 000 m^3/h wird auf die Festlegung einer Emissionsbegrenzung für Dioxine zunächst verzichtet. Dennoch sollte eine Minimierung der

Emissionen durch einsatzstoffbezogene und prozeßtechnische Maßnahmen erfolgen.

- Für Anlagen, die mehr als 0,1 ng TE/m³ und weniger als 0,5 ng TE/m³ emittieren, ist im Einzelfall zu prüfen, ob die Festlegung einer Emissionsbegrenzung von 0,1 ng TE/m³ als Zielwert geboten ist. Bei der Einzelfallprüfung sollen die Dioxinfracht, die Reststoffverwertungsmöglichkeit und der Aufwand für Minderungsmaßnahmen berücksichtigt werden.
- Bei Anlagenarten mit Dioxinemissionen von mehr als 0,5 ng TE/m³ ist durch Umstellung oder Optimierung der Prozeß- und Abgasführung sowie durch den Einsatz besonders wirksamer Abgasreinigungstechniken ein Zielwert von 0,1 ng TE/m³ anzustreben.
- Für Holzfeuerungsanlagen müssen, je nach Leistung der Anlage und Art des Holzes, Maßnahmen zur Emissionsminderung ergriffen werden. Zielwert ist hier 0,1 ng TE/m³.

Die zügige Umsetzung wird zu einer erheblichen Verringerung des Eintrags von Dioxinen in die Umwelt führen.

3.1.2.4 Kosten/Finanzielle Förderungsmaßnahmen

Aufwendungen der Industrie

Nach den Erhebungen auf der Grundlage des Gesetzes über Umweltstatistiken stellt Tabelle 70 den Investitionen in den Wirtschaftszweigen des Produzierenden Gewerbes die Umweltschutzinvestitionen insgesamt sowie die Investitionen für die Luftreinhaltung gegenüber.

Die Umweltschutzinvestitionen des Produzierenden Gewerbes sind in dem Berichtszeitraum ebenso wie im vorhergehenden Berichtszeitraum weiter angestiegen. Der Hauptteil der Umweltschutzinvestitionen entfällt auf die Investitionen zur Luftreinhaltung.

Erhöhte steuerliche Absetzungen

Nach dem 1990 ausgelaufenen § 7 d des Einkommensteuergesetzes (EStG) konnten Umweltschutzinvestitionen innerhalb eines Zeitraums von fünf Jahren (im ersten Jahr mit 60 %, in den folgenden vier Jahren mit jeweils 10 %) abgeschrieben werden. Begünstigt waren diejenigen Investitionen, die zu mehr als 70 % Umweltschutzzwecken dienten. Die begünstigten Investitionen für Luftreinhaltung im Produzierenden Gewerbe sind von 1 907 Mio. DM im Jahr 1990 und 900 Mio. DM im Jahr 1991 auf 675 Mio. DM im Jahr 1992 gesunken.

Förderung aus ERP-Mitteln

Der Mitteleinsatz aus dem ERP-Sondervermögen ist für den Zeitraum von 1990 bis 1994 sowohl gesamt als auch für die alten und neuen Bundesländer getrennt in der Tabelle 71 dargestellt.

Investitionen zur Verminderung von Umweltbelastungen

Die Bundesregierung fördert im Rahmen des Programms „Investitionen zur Verminderung von Umweltbelastungen" seit 1979 Demonstrationsprojekte, die beispielhaft aufzeigen, wie und mit welchem Aufwand fortschrittliche Verfahren mit modellhaftem Neuheitswert zur Vermeidung und Verminderung von Umweltbelastungen großtechnisch eingesetzt werden können. Ursprünglich war es als reines Altanlagensanierungs- und Luftreinhalteprogramm konzipiert, wurde aber ab 1984 auf andere Umweltbereiche erweitert. Trotzdem nimmt bis heute der Bereich Luftreinhaltung noch den größten Anteil mit gut einem Drittel aller Fördermaßnahmen ein.

Ziel und Zweck der Förderung ist es, durch Demonstrationsprojekte den Stand der Technik voranzubringen und deren praktische Eignung und Leistungsfähigkeit nachzuweisen. Mit den Vorhaben wird die wirtschaftliche und technische Machbarkeit von Verfahren und Produkten demonstriert. Oft fehlt bei Unternehmen und Kommunen die Bereitschaft, Forschungsergebnisse umzusetzen und großtechnisch noch nicht erprobte Verfahren in der Praxis anzuwenden. Durch die geförderten Vorhaben werden die Voraussetzungen für eine Umsetzung, d. h. für weitere Anwendungen innerhalb der gleichen Branche oder in anderen Wirtschaftszweigen, geschaffen. Während in der Vergangenheit hauptsächlich additive Techniken, End of pipe-Lösungen, gefördert wurden, nimmt in den letzten Jahren der Anteil an der Förderung sogenannter integrierter Techniken und Verfahren, bei denen es darum geht, Umweltbelastungen möglichst erst gar nicht entstehen zu lassen, deutlich zu. Dabei gilt dem Gebot der Reststoffvermeidung und Wärmenutzung ein besonderes Augenmerk. Im Rahmen einer Evaluierung des Investitionsprogramms, das den Zeitraum bis 1993 untersuchte, konnte festgestellt werden, daß der Anteil an geförderten integrierten Techniken auf etwas mehr als die Hälfte aller Förderprojekte gestiegen ist.

Darüber hinaus wurde durch die Evaluation festgestellt, daß

- signifikante Emissionsminderungen erreicht wurden (z. B. bei Luft-Massenschadstoffen durchschnittlich zwischen 92 und 96 % gegenüber der Ausgangssituation),
- Anlagenhersteller über die geförderten Vorhaben und die daraus resultierenden Folgeaufträge Umsätze von mindestens 6,7 Mrd. DM realisieren konnten und
- die Umsetzung der geförderten Techniken in die industrielle Praxis erheblich zur Emissionsreduktion beigetragen hat, z. B. zur Entschärfung von Staub- und NO_x-Problemen.

Zunehmend werden die Ergebnisse genutzt, um auch unabhängig von gesetzlichen Vorgaben die technische und ökonomische Machbarkeit innovativer Problemlösungen zu demonstrieren, was insbesondere bei der Umsetzung freiwilliger Selbstverpflichtungen bedeutsam ist. Die Förderung von Demonstrationsvorhaben ist weiterhin unabdingbar. In

besonderem Maße sind innovative Problemlösungen zur Verminderung qualitativ problematischer Spurenschadstoffe aus Abgasen, Abwässern und Abfällen erforderlich (z. B. Dioxine und Furane sowie schwermetallhaltige Feinstäube und Aerosole).

Prozeß- und produktionsintegrierte Vermeidungs- und Verminderungsverfahren stehen im Vordergrund. Diese haben bei erfolgreicher Anwendung auch wirtschaftliche Vorteile. Trotzdem bestehen Hemmnisse gegen ihre Einführung. Diese können mit Demonstrationsvorhaben ausgeräumt werden.

Seit Bestehen des Programms wurden im Bereich Luftreinhaltung insgesamt 292 Demonstrationsprojekte bewilligt. Sie beinhalten ein förderfähiges Investitionsvolumen von rund 2,68 Mrd. DM und wurden insgesamt mit rund 753 Mio. DM gefördert.

Im Berichtszeitraum wurden im Bereich Luftreinhaltung insgesamt 47 Projekte mit förderfähigen Kosten von rund 443 Mio. DM initiiert. Die Fördersumme betrug rund 95 Mio. DM. Während in der Vergangenheit die Förderung in Form von Investitionszuschüssen gewährt wurde, ist in den letzten Jahren der Zinszuschuß die Regel. Sein Anteil an der Fördersumme während des Berichtszeitraums beträgt rund 36 Mio. DM.

Von den 47 Projekten sind neun Vorhaben in den neuen Bundesländern bewilligt worden. Ihr Anteil am insgesamt förderfähigen Investitionsvolumen von rund 443 Mio. DM betrug rund 248 Mio. DM, was rund 56 % entspricht. Gefördert wurden diese Projekte mit rund 43 Mio. DM. Das sind 45,3 % bezogen auf die Gesamtfördersumme von rund 95 Mio. DM während des Berichtszeitraums. Hiervon wurden rund 13 Mio. DM noch in Form von Investitionszuschüssen und rund 30 Mio. DM als Zinszuschüsse bewilligt.

FuE-Förderung zur Umwelttechnik

Im Rahmen des Programms „Umweltforschung und Umwelttechnologie" fördert die Bundesregierung auch technisch-wissenschaftliche FuE-Maßnahmen zur Reduzierung der Umweltbelastungen. Die Förderung erfolgt in der Regel in Form von Verbundvorhaben, in denen Forschungseinrichtungen und Industrieunternehmen gemeinsam für bestimmte gravierende Umweltprobleme Lösungen bis hin zum Nachweis der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit entwickeln. Ein Schwerpunkt ist dabei das Anfang 1994 veröffentlichte Förderkonzept „Produktionsintegrierter Umweltschutz", das auf eine umweltverträgliche Produktionsweise durch die

- weitgehende Verminderung stofflicher Emissionen im Hinblick auf Luft-, Wasser-, Bodenbelastungen
- Minimierung des Ressourceneinsatzes (Rohstoffe, Energie)

abzielt.

Im Bereich der Luftreinhaltung wurden und werden produktionsintegrierte, aber auch nachgeschaltete Techniken gefördert. Die nachgeschalteten Verfahren haben entweder die Zerstörung oder die Rückführung der Schadstoffe in den Produktionsprozeß zum Ziel. Sie sind als ergänzende Maßnahmen zu produktionsintegrierten Verfahren zu sehen.

Neben der Entwicklung technologischer Problemlösungen umfassen die Fördermaßnahmen auch Forschungsarbeiten, die auf ein besseres Verständnis der Schadstoffbildung und die Wirksamkeit von technischen Gegenmaßnahmen zielen.

Die Förderung in diesem Bereich wurde im Berichtszeitraum insbesondere ausgerichtet auf kritische organische Schadstoffe, wie z. B. FCKW, CKW und nichtchlorierte Aromaten, die vor allem als Lösemittel benutzt werden, hochtoxische organische Spurenschadstoffe, wie polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Dioxine und Feinstäube/Ruße als Träger für emittierte Schwermetalle.

Förderung erneuerbarer Energien

Durch verschiedene Förderprogramme hat die Bundesregierung die Rahmenbedingungen für erneuerbare Energien verbessert.

Das 250 MW-Windenergie- und das 1 000 Dächer-Photovoltaik-Programm des BMBF sowie die Förderung durch die Bundesländer haben zu einem deutlichen Anstieg der Windenergie- und Photovoltaik-Kapazitäten geführt:

Windenergie 1990:	61,3 MW	1993:	ca.	230 MW
Photovoltaik 1990:	1,6 MW	1993:	ca.	5 MW.

Mit dazu beigetragen hat auch die Vergütungsregelung im Stromeinspeisungsgesetz.

Zur Förderung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien werden im Bundeshaushalt von 1994 bis 1998 110 Mio. DM bereitgestellt.

Die Bundesregierung führt im übrigen folgende Fördermaßnahmen zum Einsatz erneuerbarer Energien fort:

- Bundesweit
  a) Zulagen für den Einbau von Solaranlagen im Rahmen der Neuregelung der Wohneigentumsförderung;
  b) Kredithilfen, insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen, innerhalb des ERP-Energiesparprogramms (Kreditzusagen für erneuerbare Energien 1994 rund 530 Mio. DM);
  c) Investitionskostenzuschüsse an die Landwirtschaft gemäß Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes";
  d) Mineralölsteuerbefreiung für reine Biokraftstoffe und ihre Zumischung im Kfz-Tank.
- Zusätzlich in den neuen Bundesländern
  a) Sonderabschreibungen bzw. Sonderausgabenabzug bei Modernisierungen an Gebäuden (einschließlich Energiesparmaßnahmen und Investitionen für erneuerbare Energien);

b) Kredithilfen innerhalb des Wohnungs-Modernisierungs- und Instandsetzungsprogramms der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW);

c) Fördermaßnahmen der Deutschen Bundesstiftung Umwelt:

aa) Demonstrationsvorhaben zur umweltgerechten Wasserkraftnutzung (11 Mio. DM in drei Jahren)

bb) Beratungszentren

aaa) zur Umwelt- und Ressourcenschonung in den Kommunen (11 Mio. DM)

bbb) zur Unterstützung der Betriebe (26 Mio. DM)

ccc) für kommunale Abwasserfragen (7 Mio. DM)

ddd) für Fragen der Landwirtschaft (3 Mio. DM).

Die Förderung von Forschung, Entwicklung, Demonstration und Breitentests auf dem Gebiet der erneuerbaren Energien ist von der Bundesregierung kontinuierlich fortgesetzt worden.

Neben dem bereits erwähnten besonders erfolgreichen 1 000 Dächer-Photovoltaik- und dem 250 MW-Windenergieprogramm wurde zur aktiven Bereitstellung von Niedertemperaturwärme 1993 das BMBF-Programm „Solartermine 2000" aufgelegt. Das Programm mit einem Fördervolumen von 100 Mio. DM und einer Laufzeit von zehn Jahren wird seinen Schwerpunkt bei öffentlichen Gebäuden in den neuen Bundesländern haben.

Im Rahmen des Programms „Zuschüsse zur Förderung nachwachsender Rohstoffe" des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten hat sich der erneuerbare Energieträger Biomasse zu einem Förderschwerpunkt entwickelt. Die Koordinierung und Projektbetreuung dieses Forschungsbereiches erfolgt seit 1993 durch die neugegründete Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe.

– KfW-Wohnraum-Modernisierungsprogramm

Bereits seit 1990 werden im Rahmen eines Kreditprogramms zinsgünstige Darlehen für die Sanierung bzw. Instandsetzung von Altbauten in den neuen Bundesländern gewährt. Das Programm wird über die KfW abgewickelt. Das Kreditvolumen ist zwischenzeitlich von 10 Mrd. DM im Jahr 1990 auf 60 Mrd. DM aufgestockt worden. Davon wurden 10 Mrd. DM für die Sanierung von „Plattenbauten" eingesetzt.

Seit Programmbeginn wurden im KfW-Wohnraum-Modernisierungsprogramm eine halbe Million Kredite über insgesamt 42,3 Mrd. DM zugesagt. 2,5 Mio. Wohnungen wurden in den neuen Ländern mit der Förderung erreicht; das entspricht etwa 35 % des Gesamtbestandes. Mehr als 55 000 Mietwohnungen werden mit Hilfe der Fördermittel neu geschaffen (Stand: Ende 1995). Auf die Energieeinsparung entfallen 33 % des Zusagevolumens; der Anteil für Instandsetzungsmaßnahmen liegt bei 50 % des Kreditvolumens. Bis Ende 1997 werden voraussichtlich Mittel aus diesem Programm zur Verfügung stehen.

Durch die im Rahmen des KfW-Programms durchgeführten energetischen Sanierungsmaßnahmen kann in den neuen Bundesländern bis zum Jahr 2005 ein CO_2-Einsparpotential von jährlich ca. 25 Mio. t erschlossen werden.

3.1.3 Forschung über die Wirkung von Luftverunreinigungen

Um bewerten zu können, welches Risiko mit der Einwirkung luftgetragener Stoffe verbunden ist, ist es nicht nur nötig, Informationen über die Konzentrationen der Stoffe zu besitzen, sondern auch darüber, welche Wechselwirkungen es zwischen diesen Stoffen und belebten und unbelebten Systemen in der Umwelt gibt. Die Charakterisierung der Art und des Umfangs schädlicher Einflüsse auf Menschen, Ökosysteme und Materialien ist daher ein wichtiger Bestandteil des Immissionsschutzes.

Zu den langfristigen Auswirkungen des Anstiegs der Konzentrationen von Treibhausgasen in der Atmosphäre vergleiche Abschnitt 3.1.6.3.1.

3.1.3.1 Wirkungen auf den Menschen

Der menschliche Organismus ist nur in begrenztem Umfang fähig, immissionsbedingte Veränderungen der äußeren Lebensbedingungen ohne erkennbare Beeinträchtigungen oder Schäden zu tolerieren. Es ist daher erforderlich, bereits vorsorgend Umweltrisiken zu vermeiden bzw. zu minimieren. Das Wissen über die Auswirkungen der Luftverunreinigungen auf die menschliche Gesundheit hat beträchtlich zugenommen und muß stets erweitert werden. Damit bieten sich verläßliche Grundlagen für den verstärkten Schutz der Menschen vor schädlichen Beeinträchtigungen.

3.1.3.1.1 Organische Verbindungen

Lösemittel

Gesundheitsschäden durch Lösemittelexpositionen wurden insbesondere in skandinavischen Ländern bereits in den 70er Jahren beschrieben. Der Schwerpunkt dieser Untersuchungen lag allerdings im arbeitsmedizinischen Bereich. Auf die möglichen Belastungen auch im Umweltbereich wies der Sachverständigenrat für Umweltfragen in seinem 1987 publizierten Sondergutachten „Luftverunreinigungen in Innenräumen" hin. Das internationale Krebsforschungszentrum in Lyon widmete dann 1989 eine Monographie dem Problem der Gesundheitsgefährdung im Malerhandwerk. Wesentliches Ergebnis dieser Dokumentation ist, daß Maler an expositionsbedingter Kontaktdermatitis, chronischer Bronchitis, Asthma und Beeinträchtigungen des zentralen Nervensystems erkranken können. Darüber hinaus sehen die Sachverständigen Hinweise für lösemittelbedingte Veränderungen an Leber, Niere und blutbildendem System. Die berufliche Exposition des Malers bewertet die „International Agency of Research on Cancer" in bezug auf eine Krebsgefährdung mit „sufficient evident".

Diese Bewertung erhält dadurch an Gewicht, daß Lösemittel in erheblichem Maße verbraucht und emittiert werden. So wurden allein in den alten Bundesländern jährlich 1,3 Mio. t organische Lösemittel verbraucht, 1,1 Mio. t emittiert. Davon fällt auf die Lackverarbeitung allein ein Verbrauch von 474 000 t und eine Emission von 417 000 t.

Im Auftrag der Bundesregierung hat das Deutsche Krebsforschungszentrum eine Literaturstudie über die Epidemiologie lösemittelbedingter Erkrankungen durchgeführt. Dabei wurden Untersuchungen aus sehr unterschiedlichen Stoffklassen wie Kohlenwasserstoffe, Halogenkohlenwasserstoffe, Ketone, Amide und Glykolether bewertet. Wegen des hohen Verbrauchs sind Toluol und Styrol von besonderem Interesse.

Toluol ist zwar im Kurzzeit-Mutagenese-Test negativ, clastogene Effekte lassen jedoch keinen Zweifel daran, daß Toluol chromosomale Veränderungen bewirkt. Fütterungsversuche bei Ratten zeigten eine Erhöhung lymphoretikulärer Tumoren. Chromosomenschäden zeigten auch exponierte Drucker. Bei Einbeziehung der zentralnervösen pränarkotischen Wirkung langdauernder Toluol-Einwirkungen ist ein promovierender Effekt, der auch in der Potenzierung anderer Einwirkungen, einschließlich kanzerogener Exposition bestehen kann, nicht auszuschließen.

Styrol als berufliche Einwirkung ist bisher in zahllosen Untersuchungen bezüglich akuter und subakuter Wirkungen als neurotoxische Substanz nachgewiesen. Langzeituntersuchungen fehlen jedoch, so daß bezüglich der Reversibilität der Störungen und spezifischer Spätfolgen gesichertes Wissen fehlt.

Für die Einwirkung von Styrol wird ein potentielles kanzerogenes Risiko nicht ausgeschlossen, wobei ein Wirkungsmechanismus nicht bekannt ist. Vor dem Hintergrund der neurotoxischen und neuroendokrinologischen Befunde aufgrund einschlägiger Untersuchungen ist eine promovierende Wirkung wahrscheinlich. Dies könnte die Multiplizität der gefundenen Lokalisationen erklären, für die in prospektiven Studien Risikoerhöhungen zu finden sind.

Nitrosamine

Aufgrund des breiten industriellen Anwendungsbereiches von nitrosierbaren Aminen und Amin-Derivaten kann es in vielen Bereichen der Industrie zu Belastungen durch krebserzeugende Nitrosamine kommen. Durch die Emission von flüchtigen Nitrosoverbindungen oder flüchtigen Aminen und anschließende Gasphasennitrosierung mit nitrosen Gasen ist dabei grundsätzlich auch eine Nitrosaminexposition in der Umgebungsluft noch nicht auszuschließen.

Das Deutsche Krebsforschungszentrum hat zusammen mit dem Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin Messungen in der Nähe von potentiellen Emissionsquellen durchgeführt. Dabei konnten in etwa 220 der etwa 2 500 Luftproben flüchtige Nitrosamine nachgewiesen werden. Untersucht wurde auf das Vorhandensein von:

N-Nitrosodibutylamin

N-Nitrosodiethylamin

N-Nitrosodiisopropylamin

N-Nitrosodimethylamin

N-Nitrosodipropylamin

N-Nitrosomorpholin

N-Nitrosopiperidin

N-Nitrosopyrrolidin

Bei der Mehrzahl der positiven Befunde lagen die ermittelten Konzentrationen nur wenig über der Nachweisgrenze von 10 ng/m³. In höheren Konzentrationen wurden in erster Linie N-Nitrosopiperidin (NPIP) und N-Nitrosomorpholin (NMOR) gefunden. Spitzenwerte lagen bei 300 ng/m³.

Erhöhte Nitrosamingehalte ergaben sich an Standorten der Abfallaufbereitung, der Chemischen Industrie, insbesondere der Farbenindustrie, der Metallverarbeitenden Industrie, Gummi- und Papierindustrie. Der höchste Prozentsatz positiver Befunde lag in abnehmender Reihenfolge bei den Branchen Bergbau, Intensivtierhaltung, Farben, Tierkörper, Gummi, Metall und Chemie vor.

Dennoch liegt die Belastung durch Nitrosamine in der Außenluft deutlich unter der durch andere Einflüsse wie Nahrung und Passivrauchen.

Isocyanate

Isocyanate sind wichtige Grundstoffe bei der Herstellung von Polyurethankunststoffen (Weich- und Hartschäume), Lacken und Klebstoffen. MDI (4,4'-Methylendiphenyl-Diisocyanat) wird z. B. anstelle von Formaldehyd als Bindemittel in der Spanplattenherstellung und in Verbindung mit Blähmitteln zu Hartschäumen verarbeitet. Bei der Verarbeitung kommt es zu berufsbedingter, meist inhalativer Exposition gegenüber den Monomeren. Es können Reizungen der Augen und Atemwege sowie, infolge Sensibilisierung, das „Isocyanatasthma" auftreten.

Nach dem Ergebnis experimenteller Untersuchungen liegt der Lowest Observed Adverse Effect Level (LOAEL) bei 0,2 mg MDI/m³.

Der No Teratogenic Effect Level (NTEL) liegt bei 3 mg MDI/m³.

Bezüglich der Metabolisierung ist bislang bekannt, daß MDI mit dem Stoffwechsel zum größten Teil ausgeschieden wird. Schätzungsweise sind höchstens 30 % biologisch verfügbar. Ein möglicher Metabolit ist MDA (Methylendianilin, Kanzerogen III A 2), das mit Makromolekülen, wie Protein und Desoxyribonukleinsäure (DNS), Addukte (Komplexe) bilden kann.

Die Senatskommission der DFG zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe hat 1992 für MDI einen MAK-Wert in Höhe von 0,005 mg/m³ empfohlen; MDI wurde außerdem als sensibilisierender Arbeitsstoff, als Kanzerogen III B (begründeter Verdacht auf krebserzeugendes Potential) und in die Schwangerschaftsgruppe II C (Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung des MAK-Wertes nicht befürchtet zu werden) eingestuft.

Dioxine

Primäre Eintragsquellen für polychlorierte Dibenzodioxine und -furane (PCDD/F) in die Umwelt sind die Produktion und Verwendung chlororganischer Produkte und thermische Prozesse. PCDD/F kommen ubiquitär in der Umwelt vor; sie sind persistent und bioakkumulierbar, ökotoxisch und humantoxisch und zählen zu den besonders umweltgefährdenden Stoffen. Hauptkontaminationspfad der Dioxine ist die Deposition aus der Luft, wodurch sie in Nahrungsmittel gelangen und sich in der Nahrungskette anreichern.

Die abgeschätzte durchschnittliche Dioxinaufnahme eines Erwachsenen liegt bei etwa 2 pg I-TEQ/kg Körpergewicht und Tag und beruht zu über 90 % auf der Aufnahme über Nahrungsmittel (meist fetthaltige Lebensmittel tierischer Herkunft). Aufgrund unterschiedlicher Verzehrsgewohnheiten ist bei vier- bis neunjährigen Kindern mit etwa 2 bis 3 und bei einjährigen mit etwa 4 pg I-TEQ/kg Körpergewicht und Tag zu rechnen. Gestillte Kinder nehmen über die Muttermilch durchschnittlich 150 pg I-TEQ/kg Körpergewicht und Tag auf. In den letzten Jahren trat ein Rückgang des Dioxingehaltes in der Frauenmilch auf.

Zahlreiche Vertreter der Substanzgruppe der PCDD/F stören in bestimmten Konzentrationen den Zellstoffwechsel und rufen Veränderungen der Blutzusammensetzung, der Enzymaktivitäten, des Immunsystems, der nervalen und hormonalen Vorgänge sowie der Atmung und des Kreislaufes hervor. Daneben sind mutagene, reproduktionstoxische und karzinogene Effekte bekannt. Ein Teil dieser Effekte ist bislang erst im Tierversuch nachgewiesen worden, für den Menschen sind die Wirkungen nicht durchgehend belegt.

Eine humankanzerogene Wirkung des 2,3,7,8-TCDD, die toxischste Verbindung der Substanzgruppe, gilt für den Hochdosisbereich als erwiesen. Epidemiologische Untersuchungen zur humankanzerogenen Wirkung im Niedrigdosisbereich liegen nicht vor.

Die in den letzten Jahren durchgeführten Meßprogramme, Forschungsprogramme, in Kraft getretenen Rechtsnormen, abgeleiteten Richtwerte und Handlungsempfehlungen sind im 1. und 2. Bericht der Bund/Länder-Arbeitsgruppe Dioxine beschrieben (Umweltpolitik, Hrsg. BMU, 1992 und 1993).

Andere organische Verbindungen

Industrieanlagen aller Art emittieren bundesweit organische Verbindungen; Informationen zu den emittierten Mengen sind nur für einen Teil der Substanzen bekannt oder allgemein zugänglich. Die Palette relevanter Substanzgruppen beinhaltet u. a. flüchtige organische Stoffe, Glykolderivate, Amine, Tributylzinnverbindungen, einfache (Alkohole, Aldehyde, Carbonsäuren, Ketone, Olefine, Paraffine), aromatische und halogenierte Kohlenwasserstoffe, die ein entsprechend breites Spektrum chemischer und toxischer Eigenschaften aufweisen.

Zum Schutz von Menschen generell und besonders derjenigen Personen aus der Nachbarschaft von Anlagen und zum Schutz von Tieren und Pflanzen vor schädlichen Umwelteinwirkungen, vor Gefahren, erheblichen Nachteilen und Belästigungen sowie zur Vorbeugung schädlicher Umwelteinwirkungen, sind die anfallenden Stoffe auf Basis ihrer Wirkungen in ihrer Emission nach den Vorschriften des BImSchG zu begrenzen. Kriterien für die Beurteilung der kritischen Wirkungen liefern neben Geruch, Abbaubarkeit und Anreicherbarkeit auch Daten zu einer Reihe toxikologischer Endpunkte.

3.1.3.1.2 Ozon

Das für Sommersmog typische Photooxidantiengemisch enthält eine Vielzahl von Reizstoffen, allerdings nicht in konstanter Zusammensetzung. Die starke Reizwirkung des „photochemischen Smogs" auf die Augen und die Schleimhäute der oberen Atemwege (Nasen-Rachen-Raum) erfolgt nicht durch Ozon, sondern durch andere Photooxidantien, die als Nebenprodukt bei der atmosphärischen Ozonbildung entstehen, z. B. Peroxiacetylnitrat (PAN), Peroxibenzoylnitrat (PBN), Acrolein und Formaldehyd. Diese Substanzen sind – im Gegensatz zu Ozon – gut wasserlöslich. Im Hinblick auf ihre gesundheitlichen Wirkungen sind sie allerdings weniger bedeutend als Ozon, da sie in geringeren Konzentrationen auftreten und weniger toxisch sind als Ozon.

Ozon selbst reagiert durch seine hohe Reaktionsbereitschaft fast ausschließlich am „Auftreffort", d. h. an den Oberflächen des Atemtraktes. Durch seine geringe Wasserlöslichkeit wird es in viel geringerem Maße als beispielsweise Schwefeldioxid in den oberen Atemwegen zurückgehalten; folglich dringt Ozon viel weiter in die Lunge ein. In der Lungenperipherie trifft es auf Gewebe, das nicht durch eine Schleimschicht geschützt ist. Hier kann es zu einer Schädigung der Zellmembran mit den damit verbundenen entzündlichen Prozessen kommen.

Entscheidend für die Ausprägung der Wirkung ist die aufgenommene Ozondosis. Diese ist das Produkt von Konzentration, Expositionsdauer und dem Atemminutenvolumen. Körperliche Aktivität oder Anstrengung steigert das Atemminutenvolumen.

Potentielle konzentrations- bzw. dosisabhängige Wirkungen von Ozon auf Menschen sind sensorische Wirkungen (Geruch), Wirkungen auf die Lungenfunktion und Wirkungen auf die körperliche Leistungsfähigkeit. Die durch Ozonexposition verursachten Symptome treten nur nach mehrstündiger Exposition bei gleichzeitiger körperlicher Aktivität auf.

– Veränderungen von Lungenfunktionsparametern (z. B. Abnahme des forcierten Ausatemvolumens, Zunahme des Widerstands in den Atemwegen) bei Schulkindern und Erwachsenen ab 160 bis 300 $\mu g/m^3$ nach reger körperlicher Aktivität im Freien; in klinischen Expositionsversuchen mit freiwilligen Probanden ab 160 $\mu g/m^3$ bei 6stündiger bzw. ab 240 $\mu g/m^3$ bei 1- bis 3stündiger Exposition mit intermittierender körperlicher Aktivität. Neuere wissenschaftliche Erkenntnisse zeigen bereits bei Ozonkonzentrationen von 100 $\mu g/m^3$ Ein-

schränkungen der Lungenfunktion, wobei neben Ozon sehr wahrscheinlich noch andere Schadstoffe eine Rolle spielen.

- Reduzierung der physischen Ausdauer-Leistungsfähigkeit ab 240 µg/m³.
- Entzündliche Reaktion des Lungengewebes ab 160 µg/m³ bei 6,6stündiger Exposition mit intermittierender körperlicher Belastung.
- Zunahme der Häufigkeit von Asthmaanfällen (240 bis 300 µg/m³).

Diese funktionellen Veränderungen und Beeinträchtigungen normalisieren sich im allgemeinen weitgehend im Laufe von ein bis drei Stunden. Bei besonders starken Belastungen lassen sich geringe Abweichungen noch nach 24 bis 48 Stunden feststellen.

Subjektive Befindlichkeitsstörungen wie Tränenreiz (verursacht durch Begleitstoffe des Ozons), Reizung der Atemwege, Husten, Kopfschmerzen und Atembeschwerden werden ab etwa 200 µg/m³ genannt. Die akuten Reizerscheinungen an Augen und Schleimhäuten sind von der körperlichen Belastung weitgehend unabhängig; ihr Ausmaß wird primär durch die Aufenthaltsdauer in der ozonbelasteten Atmosphäre bestimmt.

Bei besonders hoher chronischer Belastung kann es, wie Tierversuche zeigen, zu irreversiblen Veränderungen in der Lunge kommen. Die Frage nach dem Auftreten chronischer Wirkungen beim Menschen kann anhand neuer Studien dahingehend beantwortet werden, daß bei den extremen Konzentrationsverhältnissen, wie sie beispielsweise in Los Angeles herrschen – dort wurden im Jahr 1985 an ca. 70 Tagen Ozon-Stundenmittel über 400 µg/m³ gemessen –, sich nach mehrjährigem Aufenthalt in der Region bei einem Teil der Bevölkerung eine persistente und z. T. vermutlich irreversible Verschlechterung der Lungenfunktion entwickeln kann.

Im Gegensatz zum Wintersmog (hier sind vor allem Asthmakranke betroffen) gibt es bei Ozon keine genau eingrenzbare Risikogruppe. Es ist davon auszugehen, daß etwa 10% der Bevölkerung (quer durch alle Bevölkerungsgruppen) besonders empfindlich auf Ozon reagieren.

Durch Ozon besonders betroffen sind alle diejenigen Personen, die während Sommersmog-Episoden bei Spiel, Sport oder Arbeit häufig längeren, anstrengenden körperlichen Tätigkeiten im Freien nachgehen. Darüber hinaus müssen aus Vorsorgegründen grundsätzlich alle Säuglinge und Kleinkinder als Risikokollektiv eingestuft werden, da sie (bezogen auf ihre Körpergröße) ein relativ erhöhtes Atemminutenvolumen haben. Zudem ist ihr Immunsystem noch nicht vollständig ausgebildet und eine zusätzliche Reizung durch Ozon könnte die Anfälligkeit gegenüber Infektionen des Atemtraktes erhöhen.

Neben den bereits genannten Wirkungen kann Ozon die menschliche Gesundheit noch durch weitere Wirkungen beeinträchtigen, die aber nicht konkreten Konzentrationen zugeordnet werden können.

Allergiefördernde Wirkung

Ozon selbst ist kein Allergen. Durch die beschriebene Reizwirkung können im peripheren Lungengewebe entzündliche Prozesse ausgelöst werden. Dies kann möglicherweise dazu führen, daß gleichzeitig anwesende chemische oder biologische Allergene tiefer in das geschädigte Gewebe eindringen, was eine Allergisierung begünstigen könnte.

Gentoxische und kanzerogene Wirkung

In Zellkulturen wirkt Ozon sowohl bei Bakterien und Pflanzen als auch bei Säugetierzellen eindeutig gentoxisch. Eine Studie im Rahmen des US-amerikanischen „National Toxicology Program" ergab zudem Hinweise auf kanzerogene Wirkungen von Ozon im Tierversuch. In der Studie wurden weibliche und männliche Ratten und Mäuse in Gruppen zu je 50 Tieren zwei Jahre lang oder über die Lebenszeit der Tiere sechs Stunden täglich an fünf Tagen pro Woche gegenüber Ozon exponiert. Als Expositionskonzentrationen wurden 240 µg/m³ (entspricht dem US-Luftqualitätsstandard), 1 000 µg/m³ als mittlere Konzentration und 2 000 µg/m³ als die höchste Konzentration, bei der die Versuchstiere lange genug überleben können („maximum concentration believed compatible with long-term survival"), gewählt.

Ratten und Mäuse zeigten bei den Langzeit-Expositionen bei den höheren Konzentrationen Anzeichen für Entzündungen. Im Gegensatz zu den Ratten, bei denen keine Lungenadenome oder -karzinome festgestellt wurden, traten bei den weiblichen Mäusen diese Tumoren bei 2 000 µg/m³ signifikant häufiger auf als bei den anderen untersuchten Konzentrationen oder bei den Kontrolltieren. Dieser Befund wurde von einem Expertengremium als Hinweis auf eine kanzerogene Wirkung bei weiblichen Mäusen gewertet („some evidence of carcinogenic activity"). Bei männlichen Mäusen war nur ein nicht signifikanter Trend zu erkennen, was als unklares Ergebnis bewertet wurde („equivocal evidence of carcinogenic activity").

Für den Menschen liegen bislang keine Nachweise für eine co-kanzerogene oder eine kanzerogene Wirkung von Ozon vor. Dennoch können die oben genannten Befunde einen Krebsverdacht auch für den Menschen begründen. Allerdings sprechen einige Gründe dafür, daß die übliche Annahme, daß bei krebserzeugenden Stoffen jede noch so geringe Exposition zur Krebsentstehung führen kann, für Ozon nicht zutrifft. Ob und gegebenenfalls in welcher Höhe hier eine Wirkungsschwelle besteht, unterhalb derer nicht mehr von einer krebserzeugenden Wirkung von Ozon auszugehen ist, läßt sich derzeit nicht angeben.

3.1.3.2 Wirkungen auf die belebte Umwelt/ Wirkungen auf Materialien

Verunreinigungen der Luft können nicht nur Beeinträchtigungen der natürlichen Umgebungsverhältnisse bewirken, in die der Mensch mit allen lebenden Wesen gestellt ist, sondern auch die von ihm geschaffenen Güter schädigen, in und mit denen er arbeitet und in denen sich seine Kultur spiegelt.

3.1.3.2.1 Wirkungen auf die belebte Umwelt

Wirkungen von Luftschadstoffen auf die belebte Umwelt sind in allen Teilen der Ökosysteme festzustellen; z. B. Waldschäden oder Schäden an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Die Schadstoffwirkungen beruhen auch auf dem Kontakt mit Umwandlungsprodukten oder indirekten Wirkungen, etwa über den Boden. Da Luftschadstoffe ein grenzüberschreitendes Problem sind, ist auch die Bewertung der Ergebnisse der Wirkungsforschung im internationalen Rahmen erforderlich, um eine gemeinsame Basis für grenzüberschreitende Emissionsminderungen zu erreichen.

Kritische Belastungswerte für Schwefel und Stickstoff

Deutschland kooperiert mit den anderen Signatarstaaten des Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen (UN Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution), um für die Minderung von Luftschadstoffen die Ergebnisse der Wirkungsforschung nutzbar zu machen.

Das Critical Loads-Konzept ermöglicht es, Wirkungszusammenhänge auf standardisierte Weise zu berücksichtigen. Es stellt einen Ansatz für die Beurteilung des Gefährdungspotentials von eingebrachten Schadstoffen gegenüber Ökosystemen dar, stellt Pufferungs- und Kompensationsmechanismen in Rechnung und ist insofern relevant für eine vorsorgende Umweltpolitik. Insoweit ergänzt es die bisherigen Ansätze für Luftreinhaltestrategien um eine ökologische Dimension. Entscheidend dabei ist, daß sich die Bestimmung der Belastbarkeit von Ökosystemen an Wirkungsschwellen orientiert. Die Ermittlung derartiger Schadensschwellen, die in einem Ökosystem nicht überschritten werden dürfen, erfolgt mit chemisch-physikalischen Indikatoren. Critical Loads beispielsweise werden unter diesen Prämissen bezeichnet als quantitative Abschätzung der Exposition (Deposition) gegenüber einem oder mehreren Schadstoffen, unterhalb der signifikant schädliche Wirkungen an empfindlichen Elementen der Umwelt nach heutigem Wissensstand nicht auftreten.

Sie werden z. B. in Säureäquivalent oder Kilogramm Schwefel oder Stickstoff pro Hektar und Jahr angegeben (eq/ha/a, kg/ha/a).

In Ergänzung dazu sind Critical Levels Schadstoffkonzentrationen, oberhalb deren direkte Schadwirkungen bei Rezeptoren (z. B. Pflanzen, Ökosystemen, Materialien) nach heutigem Wissensstand auftreten können.

Das Critical Loads/Levels-Konzept ging 1994 als wesentlicher Bestandteil in die Verhandlungen zur weiteren Minderung von Schwefelemissionen ein.

Kritische Belastungswerte für bodennahes Ozon

Für die Bewertung phytotoxischer Ozonkonzentrationen wurde ein Schwellenwert (Expositionsindex) abgeleitet, oberhalb dessen bei land- und forstwirtschaftlich wichtigen Pflanzen Schadwirkungen durch bodennahes Ozon auftreten können.

Der Expositionsindex AOT 40 (Accumulated exposure over a threshold of 40 ppb Ozon) berechnet sich nach der Summe der Differenzen zwischen der stündlichen Konzentration (in ppb) und 40 ppb.

Für landwirtschaftlich wichtige Pflanzen wurde der Schwellenwert wie folgt festgelegt:

Verminderung der Ernteerträge in %	AOT 40 (ppb/h)
5	2 600
10	5 300
15	7 900
20	10 500

Für forstwirtschaftlich wichtige Pflanzen wie Buche, Eiche, Fichte und Kiefer liegt der kritische Schwellenwert AOT 40 bei 10 ppb/h für eine Vegetationsperiode.

Für die kritische Belastung der Kurzzeitwirkung von Ozon liegt der AOT 40 bei 700 ppb/h für drei aufeinanderfolgende Tage.

Diese Belastungsschwellen für Pflanzen werden in Deutschland zeitweise deutlich überschritten.

Kritische Belastungswerte für Schwefel, Stickstoff und Ozon als Bewertungsmaß der Auswirkungen von Luftverunreinigungen

Offene Biotope werden neben den Wäldern zunehmend belastet, da der Ferntransport von Luftverunreinigungen zu einer flächendeckenden Belastung der Umwelt führt.

Eine hohe Empfindlichkeit weisen vor allem Pflanzengesellschaften nährstoffarmer, bodensaurer Lebensräume auf. Der ausgewählte Grünlandtyp (Borstgrasrasen) enthält viele Pflanzenarten, die an lichte offene Standorte angepaßt sind und nur unter Nährstoffmangelbedingungen gegenüber anderen Arten konkurrenzfähig sind. Diese als lichtliebende Hungerkünstler bezeichneten Pflanzenarten stehen zunehmend in den „Roten Listen" der gefährdeten Arten.

Als Maßstab für die Beurteilung der Luftbelastung diente das Konzept der kritischen Schwellenwerte der UN-ECE (Stand 1990). Diese Werte liegen für Schwefeldioxid bei 20 $\mu g/m^3$, für Stickstoffoxid bei 30 $\mu g/m^3$ und Ozon bei 50 $\mu g/m^3$ sowie für Schwefel bei 16 kg/ha/a und für Stickstoff bei 10 kg/ha/a.

Untersuchungsflächen, bei denen diese Schwellenwerte überschritten werden, zeigen einen Rückgang charakteristischer Pflanzenarten (wie z. B. Arnica montana, Polygala vulgaris) bei gleichzeitiger Zunahme von Grasarten, deutlich vermindertes Artspektrum bis hin zu Verlusten von typischen Arten der betreffenden pflanzensoziologischen Verbände.

Die Veränderungen in der Artenzusammensetzung treten bei verschiedenen Pflegemaßnahmen (Mahd, Schafbeweidung) und auch bei Brache auf. In den Böden ergibt sich eine verstärkte Versauerung und Aluminiummobilisierung im oberen Mineralboden

und im Hauptwurzelraum. Auch die Gesamtstickstoffgehalte im Oberboden zeigten gegenüber den historischen Bodenwerten eine leichte Zunahme.

3.1.3.2.2 Wirkungen auf Materialien und Bauwerke

Nahezu alle Werkstoffe und Materialien unterliegen Veränderungen durch Alterungsprozesse, die zu teilweise schwerwiegenden Schäden führen können. Diese sind auf die gemeinsame Einwirkung zahlreicher Einflüsse, die entweder natürlich (z. B. durch Witterung oder Abnutzung), durch anthropogen bedingte Einwirkungen auf die Umwelt (z. B. durch Luftschadstoffe oder Grundwasserabsenkungen) oder durch andere Ursachen (z. B. Planungs- und Bauausführungsmängel) bedingt sind, zurückzuführen. Dabei haben die in den letzten Jahrzehnten gegenüber vergangenen Jahrhunderten verstärkt zunehmenden Schäden an Kunstwerken und Baudenkmälern deutlich gezeigt, daß anthropogenen Einflüssen vorrangige Bedeutung zukommt.

Die besondere Relevanz der Schäden wird – abgesehen von wirtschaftlichen Erwägungen – insbesondere in der Zerstörung einmaliger Kultursubstanz sichtbar.

Forschungsergebnisse der letzten Jahre lassen eindeutig den Einfluß von Schwefeldioxid auf den Zerstörungsprozeß der Materialien, insbesondere auf Naturstein, Putze, Mörtel, Ziegel, Metalle und historische Verglasungen erkennen. Eine Quantifizierung der durch Schwefeldioxid verursachten Schäden konnte an einigen Modellbeispielen erbracht werden. Wegen der immer noch unzureichend erforschten synergistischen Wirkung mehrerer gasförmiger und partikelförmiger Luftverunreinigungen, des „sauren Regens" und klimatischer sowie mikroklimatischer Umgebungsbedingungen war es allerdings nur eingeschränkt möglich, zu exakten Schadensquantifizierungen unter realen Umweltbedingungen zu kommen.

Die dominanten Schadensfaktoren sind nach mehrfach abgesicherten Untersuchungen Schwefeldioxid und Ozon. Ferner spielt die Benetzungsdauer der betroffenen Materialoberfläche eine wichtige Rolle.

Schäden an Materialien sind irreversibel. Die Schädigung ist ein physikalisch-chemischer Umwandlungsprozeß, der zu neuen Produkten führt (Korrosionsprodukten), die sich in ihren Eigenschaften grundlegend von denjenigen der Ausgangssubstanz unterscheiden. Auch nach Abstellen der Schadensursache kann der Prozeß nicht mehr rückgängig gemacht werden. Ein Schwellenwert für die Konzentration von Luftschadstoffen, bei dessen Unterschreiten neue Schäden an Materialien nicht ausgelöst bzw. bestehende nicht verstärkt werden, ist aufgrund der synergistischen Wirkungsweise der verschiedenen Einflußfaktoren nicht ermittelbar.

Die besorgniserregende Zunahme von Umweltschäden an unersetzlichen Kulturgütern hat in den letzten Jahren verstärkte Aufmerksamkeit erfahren. Die Forschungstätigkeit in diesem Bereich bedarf der Fortführung, wobei die Schwerpunkte besonders bei der Substanzerhaltung gefährdeter Baudenkmäler aus Naturstein gesetzt werden sollten. Schwerpunktthemen im Bereich der Schäden an historischen Wandmalereien, Ziegelmauerwerk, Glasfenstern und Metallobjekten werden weiterhin intensiv untersucht. Wegen der zwangsläufig langwierigen experimentellen Arbeiten müssen diese Forschungsaktivitäten noch längere Zeit weitergeführt werden.

Kritische Bewertungen und weitere Untersuchungen über die Dauerhaftigkeit bisheriger Sanierungs- und Konservierungsverfahren sowie die Entwicklung neuer passiver Schutzmaßnahmen, die den hohen denkmalpflegerischen Anforderungen genügen (z. B. Schutzbeschichtungen, Imprägnierung), werden als wichtige Aufgabe angesehen und unter Einbeziehung bisheriger Erkenntnisse fortgeführt.

Die in einigen Bereichen bereits vorhandenen Bestandsaufnahmen umweltgeschädigter Denkmäler werden fortgeführt. Die dokumentierten Erfahrungen und Informationen aus der Restaurierungs- und Konservierungspraxis werden in einer Faktendatenbank gemeinsam mit den neuesten Forschungsergebnissen gesammelt, verarbeitet und allgemein zugänglich gemacht. Mit dem Aufbau der Koordinierungs- und Beratungsstelle für Umweltschäden an Denkmälern im Umweltbundesamt und der dort betriebenen Faktendatenbank MONUFAKT wird der Fachöffentlichkeit von der Bundesregierung ein geeignetes Informationsvermittlungssystem bereitgestellt.

3.1.4 Entwicklung technischer Verfahren und Einrichtungen in der Luftreinhaltung

Die Luftreinhaltetechnik hat in Deutschland einen hohen Stand erreicht. Die deutsche Industrie hat im Bereich der Luftreinhaltetechnik eine international führende Stellung. Die nachfolgenden Ausführungen belegen diese Feststellung sowohl im Hinblick auf die gefährdenden Substanzen als auch im Hinblick auf Anlagen, Branchen und Produkte.

3.1.4.1 Verminderung der Emissionen besonders gefährdender Stoffe

3.1.4.1.1 Dioxine

Einträge von Dioxinen in die Umwelt werden in Deutschland hauptsächlich durch thermische Prozesse verursacht. Standen früher die Abfallverbrennungsanlagen als große Dioxinquelle im Mittelpunkt, so sind es heute die Anlagen der Metallindustrie.

Die Abfallverbrennung gehört zu dem bestuntersuchten Bereich hinsichtlich Dioxinentstehung und -minderung. Auch deshalb gilt die Abfallverbrennung als ein Zugpferd für die Erforschung von PCDD/F und deren Minderung in der Umwelt.

Das bundesweite Dioxinmeßprogramm an Hausmüllverbrennungsanlagen zeigte eine größere Bandbreite von Dioxinwerten. Für 1988/89 wurde eine durchschnittliche PCDD/F-Konzentration von 8 ng TE/m^3 im Abgas ermittelt; das ergab in den alten Bundesländern eine Gesamtfracht an PCDD/F aus Hausmüllverbrennungsanlagen von ca. 400 g TE/a. Aufgrund der Anforderungen der 17. BImSchV mit

einem Emissionsgrenzwert von 0,1 ng TE/m^3 wurden inzwischen deutliche Minderungen erreicht. 1997 wird – nach Umrüstung aller Altanlagen – die Gesamtemission aus deutschen Hausmüllverbrennungsanlagen unter 4 g TE/a liegen; d. h. die Dioxinemissionen aus diesen Anlagen werden sich innerhalb von rund 10 Jahren um den Faktor 100 verringert haben. Bereits jetzt sind wirksame Minderungsmaßnahmen zur Dioxinemissionsbegrenzung bei Hausmüllverbrennungsanlagen getroffen worden, so daß die Emissionen für 1994/95 auf ca. 30 g TE/a geschätzt werden können. Berücksichtigt man außerdem, daß auch bei den abgeschiedenen Filterstäuben, in denen sich die Dioxine anreichern, besondere Verfahren zur Dioxinzerstörung verfügbar sind, so kann die Abfallverbrennung in diesen Fällen als „Dioxinsenke" bezeichnet werden.

Die Dioxinemissionen aus Abfallverbrennungsanlagen ergeben sich aus Tabelle 72.

Bei Sonderabfallverbrennungsanlagen (einbezogen wurden öffentlich zugängliche einschließlich privat betriebener Anlagen) treten aufgrund der günstigeren Verbrennungsbedingungen deutlich niedrigere PCDD/F-Emissionswerte als bei Hausmüllverbrennungsanlagen auf.

Die Verbrennung von Klinikmüll geschah früher häufig in Kleinanlagen, z. T. im Chargenbetrieb. Die durchschnittlichen Dioxinemissionen wurden zu 15 ng TE/m^3 geschätzt. Die meisten Klinikmüllverbrennungsanlagen sind heute in Deutschland stillgelegt. Die wenigen noch betriebenen Anlagen werden oder sind inzwischen mit wirksamen Emissionsminderungsmaßnahmen ausgestattet.

Aus Anlagen, in denen ausschließlich kommunaler Klärschlamm verbrannt wird, ist mit durchschnittlichen PCDD/F-Emissionen zu rechnen, die deutlich unter 0,1 ng I-TE/m^3, teilweise sogar im Bereich der Nachweisgrenze, liegen.

Die Tabelle nennt auch Orientierungswerte zur Entwicklung der Dioxinemissionen aus der Abfallverbrennung in die Atmosphäre. Unter Berücksichtigung der Erfüllung der Anforderungen der 17. BImSchV bei den bestehenden Anlagen und von zusätzlichen Maßnahmen zur Behandlung von Filterstäuben im Hinblick auf eine Dioxinminimierung ist die Abfallverbrennung spätestens ab Ende 1996 eine Dioxinquelle mit nur noch sehr geringer Relevanz.

In den letzten Jahren sind Anlagen der Metallindustrie als die größten Dioxinquellen identifiziert worden, insbesondere sind dabei die Eisenerz-Sinteranlagen zu nennen. Inzwischen werden zur Emissionsminderung sowohl prozeßtechnische als auch Abgasreinigungsmaßnahmen angewandt und weiterentwickelt. Zu nennen wären z. B. der Verzicht auf den Einsatz von besonders verunreinigten Materialien, der Einsatz von hochwirksamen Filtern sowie die Zugabe von Kalk/Aktivkoks und Kalk/Herdofenkoksgemischen in den Abgasstrom mit anschließender Abscheidung im Filter und Rückführung der Absorbentien in den Prozeß.

Eisen- und Stahlschrotte werden z. T. in Elektrolichtbogenöfen aufgeschmolzen, wobei in erheblichem Umfang Dioxine emittiert werden können. Als Minderungsmaßnahmen kommen eine verbesserte Abgasführung, Senkung der spezifischen Abgasmengen und die Zugabe von Braunkohlenkoks in den Abgasstrom in Frage. Derzeit laufen in der Stahlindustrie Aktivitäten zur Weiterentwicklung von Minderungstechniken.

Zum Schmelzen von Kupfer und Kupferlegierungen werden Schachtöfen, Trommelöfen oder Induktionsöfen eingesetzt. Möglichkeiten zur Emissionsminderung beim Schachtofen (Hauptquelle) bestehen in der Abgasverbrennung durch Sauerstoffzugabe im Bereich der Gicht und Anwendung des Flugstromverfahrens (Zugabe von Kalk/Kohlegemischen in den Abgasstrom).

Bei Anlagen zur Zinkgewinnung aus Sekundärmaterial wurden erhöhte Dioxinemissionen festgestellt, und zwar bei Wälzrohren zur Aufarbeitung von zinkarmen Rückständen und Filterstäuben und beim Heißbrikettieren. Derzeit werden Umrüstungen an beiden Anlagentypen vorgenommen (z. B. Vorbehandlung der Einsatzstoffe, effiziente Abgasreinigung).

Bei Anlagen zur Wiederaufbereitung von Bleiakkuschrott können bei der Verhüttung im Kurztrommelofen oder nachgeschalteten Einrichtungen Betriebsbedingungen vorkommen, die zur Bildung von Dioxinen führen. Zur Minderung werden derzeit folgende primäre und sekundäre Maßnahmen erprobt:

- Einführung eines Sauerstoff-Ölbrenners mit neuartiger Zerstäubungstechnik,
- Verwendung eines Umwälzkühlers,
- Zugabe von Kalkhydrat in den Abgasstrom,
- Reinigung der Abgase mittels Gewebe- und Herdofenkoksfilter.

Die Emissionswerte bei Schmelzanlagen der Sekundäraluminiumindustrie liegen im Bereich zwischen 0,001 und 14 ng TE/m^3 Abgas, in Abhängigkeit vom Schmelzaggregat, den Einsatzstoffen und der Abgasreinigungstechnik. Eine Minderung von mehr als 99 % kann mit ein- oder mehrstufigen Gewebefilteranlagen und der Zugabe von Kalkhydrat mit 10 % und mehr Aktivkoks/Braunkohlekoks erreicht werden.

Holzfeuerungsanlagen sind in Abhängigkeit von den Einsatzstoffen, Feuerungsbauarten, der Abgasführung und den Minderungstechniken differenziert zu betrachten.

Erhöhte Dioxinemissionen größer als 0,1 ng TE/m^3 treten bei gewerblichen und industriellen Holzfeuerungsanlagen insbesondere dann auf, wenn ungünstige Ausbrandbedingungen vorliegen und/oder die Einsatzstoffe erhöhte Chlorgehalte im Vergleich zu naturbelassenem Holz bei sonst gleichen Verbrennungsbedingungen aufweisen.

Ein Chloreintrag in die Feuerung erfolgt bereits bei Einsatz von naturbelassenem Holz.

Bei Einsatz von naturbelassenem Holz in modernen Holzfeuerungsanlagen mit guten Ausbrandverhält-

nissen ist ein Emissionswert von 0,1 ng TE/m^3 einhaltbar.

Demgegenüber können bei Einsatz von mit halogenorganischen Stoffen beschichteten Hölzern (z. B. mit PVC), chloridhaltigen Holzwerkstoffen (z. B. bei Verwendung von NH_4Cl-haltigen Härtern oder NaCl-haltigen Streckmitteln in den Bindemitteln von Spanplatten) und behandelten Hölzern (z. B. mit PCP, Lindan) erhöhte Dioxinemissionswerte bis zu 10 ng/m^3 auftreten.

Zur Dioxinminderung sind verschiedene primäre und sekundäre Maßnahmen geeignet:

- Verzicht auf den Einsatz halogenorganischer Stoffe zur Beschichtung oder Behandlung von Hölzern sowie auf chlorhaltige Bindemittelzusätze (Härter, Streckmittel) von Holzwerkstoffen.
- Auslegung und Betrieb der Anlagen im Hinblick auf einen guten Ausbrand.
- Optimierte Abgasführung im Hinblick auf eine Minimierung von Staubablagerungen im Abgasweg.
- Wirksame Staubabscheidung.

Untersuchungen an Hausbrandfeuerstätten haben ergeben, daß die Dioxinemissionen beim Einsatz von naturbelassenem Holz relativ gering sind (in der Regel $\leq$0,1 ng TE/m^3). Deutlich höhere Werte wurden bei der unzulässigen Mitverbrennung von Verpackungsmüll ermittelt.

Für den Einsatz von holzschutzmittelhaltigen Hölzern in Verbrennungsanlagen sind grundsätzlich besondere weitergehende Maßnahmen zur Emissionsminderung notwendig. Die Verbrennung dieser Hölzer unterliegt den strengen Anforderungen der 17. BImschV; zur Emissionsbegrenzung gilt u. a. der Dioxingrenzwert von 0,1 ng TE/m^3.

Zur Vermeidung unkontrollierter und schädlicher Deponiegasemissionen in die Atmosphäre werden Deponien mit Gaserfassungssystemen ausgestattet. Zur Nutzung des anfallenden Deponiegases hat sich insbesondere der Einsatz in Verbrennungsmotoranlagen zur Stromerzeugung durchgesetzt.

Bei Einsatz in Verbrennungsmotoranlagen kann, ebenso wie bei Einsatz in Deponiegasmuffeln oder in Deponiegasfackeln, die Bildung von Dioxinen und Furanen nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Messungen an 20 Anlagen mit ca. 40 Einzelmotoren ergaben, daß die Meßwerte der Konzentration von PCDD/F im Abgas zu 90 % unter 0,1 ng TE/m^3, dem Grenzwert für Abfallverbrennungsanlagen gemäß 17. BImSchV, liegen. In den übrigen Fällen wurden bis zu 0,2 ng TE/m^3 festgestellt.

Soweit im Einzelfall eine Minderung der Dioxinemissionen erforderlich ist, geschieht dies durch eine vor die Motorenanlage zu schaltende Deponiegasreinigung. Hierzu stehen verschiedene Technologien wie z. B. das Aktivkohleverfahren oder die Absorption mit organischen Lösemitteln zur Verfügung.

3.1.4.1.2 Leichtflüchtige organische Verbindungen

Organische Lösemittel zählen zu den flüchtigen Verbindungen, die unter Mitwirkung von Stickoxiden und unter Einfluß von Sonneneinstrahlung in verschiedener Weise zur Bildung von Photooxidantien in der Troposphäre führen. Hierdurch können sich erhöhte Belastungen, z. B. durch Ozon, für Mensch und Natur ergeben.

Bei der Anwendung von organischen Lösemitteln (z. B. KWL in Oberflächenreinigungsanlagen oder Chemischreinigungen) bzw. von Produkten, die diese Lösemittel als Bestandteil der Produktformulierung enthalten (Lacke, Druckfarben, Klebstoffe), sind eine ganze Reihe von Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung von Lösemittelemissionen technisch möglich und haben eine breite Anwendung gefunden.

Das sind zum einen Verfahrenstechniken wie Absorption, Adsorption, Kondensation, bei denen die Lösemittel aus der Abluft als Voraussetzung zu ihrer Kreislaufführung zurückgewonnen werden können. Zum anderen sind das dem Produktionsprozeß nachgeschaltete Maßnahmen, in denen die Lösemittel weitgehend zu Kohlendioxid und Wasser umgesetzt werden und damit die erwünschte Schadstoffentlastung der Abgase/Abluft erreicht wird. Hierzu zählen sowohl die unterschiedlichen Verfahrenstechniken der thermischen Abgasbehandlung (thermische, katalytische, regenerative Nachverbrennung) als auch biologische Verfahren. Welche der Verfahren oder Verfahrenskombinationen zur Reduzierung von Lösemittelemissionen eingesetzt werden können, hängt von unterschiedlichen Kriterien ab und macht eine mehr oder weniger umfangreiche Anpassungsarbeit notwendig, um neben der Emissionsminderung auch anderen Umweltschutzzielen (wie z. B. Ressourcenschonung) gerecht zu werden.

So wurde im Rahmen des Programms der Bundesregierung zur Förderung von Investitionen zur Verminderung von Umweltbelastungen bei einer Druckerei eine großtechnische Anlage zur katalytischen Nachverbrennung von Lösemitteln bei gleichzeitiger Wärmerückgewinnung gefördert. Mit diesem Vorhaben wurde die Möglichkeit der Reduzierung niedrig konzentrierter Abluftströme unter günstiger Energieausnutzung demonstriert. Insbesondere wurde eine deutliche Reduzierung der Emissionen organischer Lösemittel auf Meßwerte an Gesamtkohlenstoff von etwa 10 bis 25 mg/m^3 bei sehr niedrigen CO- und NO_x-Konzentrationen im Abgas erreicht. Durch Nutzung der Wärme aus der Nachverbrennungsanlage in den Produktionsanlagen wird auch zur Minderung der CO_2-Emissionen beigetragen.

Ein anderes Vorhaben des Investitionsprogramms demonstrierte die Rückgewinnung eines Monolösemittels, das beim Bedrucken, Kaschieren und Beschichten von Verpackungen aus den eingesetzten Farben, Lacken und Klebern entweicht. Der Abluftstrom wurde durch Kapselung von 460 000 m^3/h auf ca. 30 000 m^3/h herabgesetzt und das in der Abluft enthaltene organische Lösemittel (Ethylacetat) im Waschmedium absorbiert. Anschließend wird das Lösemittel durch Destillation unter Vakuum in meh-

reren Schritten von der Waschflüssigkeit abgetrennt und zum Wiederverwenden in der Produktionsanlage gereinigt. Die Waschflüssigkeit wird ebenfalls im Kreislauf gefahren; es fällt kein Abwasser an. Das die Absorptionsanlage verlassende Reingas hat eine Konzentration unter 55 mg Ethylacetat/m³.

Weitergehende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Minderung von Emissionen organischer Lösemittel bei der Textilreinigung, bei industriellen Metallreinigungsanlagen sowie durch Erweiterung der Anwendungsfelder lösemittelfreier Pulverlacke, Klebstoffe und strahlenhärtbarer Druckfarben wurden und werden im Rahmen des Programms „Umweltforschung und Umwelttechnologie" gefördert.

Kohlenwasserstoffemissionen entstehen auch durch die Lagerung, den Transport, sowie Umfüllvorgänge. Die technischen Anforderungen an die Lagerung sind in der TA Luft festgelegt. Sie umfassen Lagerung in Fest- oder Schwimmdachtanks mit wirksamer Randabdichtung, reflektierende Tankanstriche, Unterspiegelbefüllung sowie die Sammlung der anfallenden Kohlenwasserstoffdämpfe durch Gaspendelung und Absaugung. Die entstehenden Dämpfe müssen, wie in der TA Luft für genehmigungsbedürftige Anlagen seit langem festgelegt, seit Ende 1992 auch bei nicht genehmigungsbedürftigen Tanklagern und im Tankstellenbereich mit emissionsmindernden Maßnahmen reduziert werden.

Von großem Interesse ist dabei die Weiterentwicklung und Leistungssteigerung von Dämpferückgewinnungsanlagen hinsichtlich einer vorwiegend stofflichen Nutzung der Dämpfe. Um die Emissionsgrenzwerte der TA Luft einzuhalten (150 mg/m³ Kohlenwasserstoffe und 5 mg/m³ Benzol), arbeiten diese Anlagen mit Wirkungsgraden von über 99,97 %. Für diese meist zweistufigen Anlagen stehen mehrere Verfahrenskombinationen zur Verfügung. Im Rahmen des Investitionsprogrammes der Bundesregierung wurden sechs verschiedene Anlagenkombinationen gefördert. Unter Ausnutzung der örtlichen Gegebenheiten können die Anlagen neben der enormen Entlastung der Umwelt auch ein wirtschaftlicher Faktor sein. Meist werden mehr als 90 % der Dämpfe rückverflüssigt und dem Wirtschaftskreislauf zugeführt. Durch die Nutzung der restlichen Dämpfe in einer Motor-Generator-Anlage konnte in einem Projekt eine kostengünstige Eigenstromerzeugung erreicht werden. Mit mehreren Verfahrenskombinationen wie z. B. zweistufiger kalter Wäsche oder Gaspermeation mit katalytischer Reinigung der Restgase konnten die Emissionswerte der TA Luft deutlich unterschritten werden.

Durch Gaspendeln werden heute ca. 80 % der im Tankstellenbereich anfallenden Dämpfe und nahezu alle Dämpfe im Bereich der Lagerung und der Raffinerien erfaßt. Die Emissionen leichtflüchtiger organischer Stoffe (VOC) aus Umschlag- und Transportprozessen hatten mit ca. 115 000 t im Jahr 1992 einen Anteil von rund 3 % an den Gesamt-VOC-Emissionen Deutschlands. Es wird erwartet, daß durch die Anforderungen der 20. und 21. BImSchV die VOC-Emissionen bis 1995 in diesem Bereich auf unter 17 000 t/a gemindert wurden. Genaue Zahlen liegen z. Z. noch nicht vor. Fast 100 000 t Dämpfe wurden dann in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt.

3.1.4.1.3 Persistente Organische Verbindungen

Persistente Organische Verbindungen (Persistent Organic Pollutants = POP) sind Stoffe, die aufgrund ihrer Stabilität nach ihrem Eintrag in die Natur nur schwer oder gar nicht mehr abgebaut werden können. Diese Stoffgruppe umfaßt sowohl Substanzen, die gezielt in der chemischen Industrie hergestellt werden bzw. wurden (z. B. Polychlorierte Biphenyle, Pentachlorphenol) als auch solche, die unabsichtlich erzeugt und als Nebenprodukte freigesetzt werden (Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane, Polyaromatische Kohlenwasserstoffe).

Es kommt in der Regel zu einem weiträumigen Transport der POP über die gesamte Hemisphäre und zu einer Anreicherung über die verschiedenen Stufen der Nahrungskette. Erste Effekte konnten speziell in den nördlichsten Gebieten Europas und Nordamerikas unter anderem auch an höheren Säugetieren nachgewiesen werden.

3.1.4.1.4 Schwermetalle

Roh- und Brennstoffe enthalten toxische Schwermetalle in Spuren von mindestens ca. 0,1–10 ppm. In Erzen bzw. Erzkonzentraten liegen die Konzentrationen im Prozentbereich. Beim Einsatz dieser Stoffe in Hochtemperaturprozessen, wie Feuerungen, Schmelz- oder Kalzinieranlagen, verdampfen die Schwermetalle teilweise und emittieren vorzugsweise an Staubpartikeln gebunden.

Für toxische und krebserzeugende Schwermetalle sind in der TA Luft und in den Verordnungen zu Großfeuerungsanlagen (13. BImSchV) und zu Abfallverbrennungsanlagen (17. BImSchV) Emissionsgrenzwerte festgelegt, für krebserzeugende Schwermetalle gilt darüber hinaus ein Emissionsminimierungsgebot.

Schwermetalle werden in der Praxis durch Staubabscheidung gemindert, bzw. im Falle von Schwermetalldämpfen durch Sorptionsverfahren.

Die im Zuge der Umsetzung der TA Luft und der 13. BImSchV getroffenen Emissionsminderungsmaßnahmen haben seit 1985 u. a. auch zu einer erheblichen Verminderung der Schwermetallemissionen geführt.

Die Emissionsdaten für 1985 und 1995 für die wichtigsten Schwermetalle nennt Tabelle 73.

Es zeigt sich, daß für diese Schwermetalle bis 1995 eine Verminderung der Emissionen von über 50 % erwartet werden konnte. Exakte Zahlen für 1995 liegen noch nicht vor.

Die Reduktion der Blei-Emissionen um über 80 % ist hauptsächlich auf das Verbot von bleihaltigem Normalbenzin zurückzuführen.

3.1.4.2 Anlagen- und branchenspezifische Entwicklung

3.1.4.2.1 Energiebereich

Auf die Ausführungen an anderer Stelle dieses Berichtes wird hingewiesen.

3.1.4.2.2 Industrie

Im industriellen Bereich sind erhebliche Anstrengungen zur Emissionsminderung unternommen worden. Für einige besonders wichtige Bereiche wird dies im folgenden dargestellt.

Metallerzeugung und -verarbeitung

Die Branche Metallerzeugung und -verarbeitung umfaßt die hüttentechnische Erzeugung von Eisen- und Nichteisenmetallen aus primären (Erzen) und sekundären Rohstoffen (Schrott) sowie deren Verarbeitung zu Zwischenprodukten in Walzwerken oder Gußprodukten in Gießereien. Die Arbeiten in diesem Bereich zielen besonders auf die Entwicklung und Anwendung integrierter Umwelttechniken ab. Bei der Anwendung emissionsarmer Verfahren und Prozesse sind beispielhaft folgende Maßnahmen zu nennen:

- Verhüttung von Nichteisen(NE)-Metallerzen und -Sekundärrohstoffen nach dem QSL (Queneau, Schumann, Lurgi)-Badschmelzverfahren oder im Elektrolichtbogenofen,
- Anwendung eines neuen emissionsarmen und energiesparenden Gießverfahrens bei der Herstellung von Gußerzeugnissen mit Kugelgraphit,
- Anwendung neuer Schmelztechnologien wie dem Herdwannenofen beim Aluminiumschmelzen,
- verstärkte Anwendung des Endmaßnahenstranggießens bei der Bandstahlerzeugung,
- integrierte Umweltschutzmaßnahmen beim Kupolofenbetrieb.

Wie in anderen Bereichen kommen neue und weiterentwickelte prozeß- und abscheidetechnische Maßnahmen zur Anwendung. So werden bei Kupolofenanlagen zur Reinigung der Abgase Gewebefilter eingesetzt, Abwärme wird insbesondere zur Erzeugung von elektrischer Energie genutzt, Filterstäube werden in den Kupolofenprozeß zur Zinkanreicherung zurückgeführt. Im Vergleich zu alten Anlagen konnten die Emissionen an Staub einschließlich der Schwermetallanteile um 70 % und an Kohlendioxid um ca. 11 % gesenkt werden. Die Dioxin-/Furanemissionswerte liegen unter 0,5 ng TE/m^3. Zudem wurden die Betriebskosten gesenkt.

Bei Anlagen zur Gewinnung und Verarbeitung von NE-Metallen haben Emissionen an Staub, häufig mit besonders gefährdenden Staubinhaltsstoffen, aus gefaßten und diffusen Quellen herausragende Bedeutung, wobei die diffusen Emissionen besondere bauliche und betriebliche Minderungsmaßnahmen erfordern.

Mit Fördermitteln der Bundesregierung wurde eine Messinggießerei durch Anwendung verschiedener prozeß- und abscheidetechnischer Maßnahmen weiterentwickelt. Mit einem neuen Haubensystem werden mehr als 93 % der diffusen Staubemissionen an den Schmelz- und Warmhalteöfen erfaßt und einem modernen Gewebefilter zugeführt. Damit wird eine 99 %ige Verminderung der Staubemissionen erreicht. Die durchgeführten Maßnahmen führten gleichzeitig zu erheblichen Energieeinspareffekten. So konnte u. a. bei der o. e. Messinggießerei durch den Einbau einer speicherprogrammierbaren Steuerung für Klappen und Ventilatoren rund 33 % der elektrischen Energie eingespart werden. Die abgeschiedenen Stäube werden vollständig verwertet und in den Metallkreislauf zurückgeführt.

Durch Verzicht auf den Einsatz umweltbelastender Stoffe, wie beispielsweise chlorhaltiger Stoffe im Automobilbau oder Hexachlorethan zur Schmelzbehandlung von Aluminiumlegierungen, können die Emissionen insbesondere von Dioxinen und Furanen bei der Produktion und Verarbeitung von Schrotten vermindert werden.

Ein weiteres Beispiel für den technisch möglichen Verzicht auf den Einsatz umweltbelastender Stoffe sind die harzgebundenen Gießsande in den Gießereien, die beim Guß durch thermische Zersetzung zu Luftbelastungen führen. Durch Weiterentwicklung der Wasserglas-Technologie zum Binden der Formsande im Rahmen einer Förderung der Bundesregierung sollen diese Emissionen vermieden werden.

Zwar reichen Prozeßänderungen (Primäre Emissionsminderungsmaßnahmen) häufig aus. Um niedrige Emissionswerte insbesondere bei Dioxinen und Furanen zu erreichen, ist jedoch auch künftig der Einsatz zusätzlicher oder optimierter Abgasreinigungsverfahren notwendig. Die Abscheideverfahren werden hinsichtlich Wirksamkeit und Aufwand insbesondere bei Eisenerzsinteranlagen, Elektrolichtbogenöfen und Aluminiumschmelzanlagen weiter verbessert.

Bei der Abfallvermeidung und -verwertung ist die Filterstaubverwertung von erheblicher Bedeutung. Beispielhaft sind folgende Verfahren zu nennen:

- Rückführung der Filterstäube von Kupolöfen zur Zinkanreicherung,
- Anwendung von Gießereialtsand-Regenerierungsverfahren,
- Verwertung der Filterstäube aus der Hochofengichtgasreinigung auf dem Sinterband (sofern die Sinterbandabgase durch einen Gewebefilter gereinigt werden),
- Anwendung der zirkulierenden Wirbelschicht zur Aufbereitung von zinkhaltigen Filterschlämmen und -stäuben aus der Eisen-und Stahlindustrie.

Andere Abfallverwertungen bei der Metallerzeugung, wie zum Beispiel das Einblasen von Kunststoffabfällen oder der Shredderleichtfraktion in den Hochofen als Ersatz für Kohle, werden an zwei Hochöfen untersucht.

Die Anwendung des Standes der Technik zur Vermeidung und Behandlung von Industrieabwässern führt besonders in diesem Bereich zu einer drastischen Verminderung der in die Gewässer eingeleiteten Schadstofffracht.

Eisenerzsinteranlagen gehören zu den größten Dioxin- und Furanemissionsquellen. 1993 wurden Emissionsdaten bekannt, aus denen die besonders große Emissionsrelevanz dieser Anlagen erkennbar

wurde. Aus der Förderung eines laufenden Investitionsvorhabens „Verbesserung der Sinterbandentstaubung" werden erhebliche Entlastungen erwartet.

Steine- und Erden-Industrie

Der Brennprozeß zur Herstellung von Zementklinker erfordert hohe Temperaturen, wodurch es zur NO_x-Bildung kommt. Es können Massenkonzentrationen von bis zu 2 g/m³ auftreten. Die Zementwerke zählen damit zu den relevanten stationären Quellen für NO_x-Emissionen. Zur Minderung dieser Emissionen werden primäre Maßnahmen (z. B. Vergleichmäßigung des Ofenbetriebes, Einsatz von NO_x-armen Brennern, gestufte Brennstoff- und Luftzufuhr, Verbesserung der Sintereigenschaften durch Einsatz von Zusatzstoffen) und das Verfahren der nicht-katalytischen NO_x-Reduktion unter Eindüsung von Ammoniak in den Abgasstrom (selektive nicht-katalytische Reduktion, SNCR) bisher eingesetzt. Mit den verfügbaren Minderungstechniken können bei der Klinkerherstellung NO_x-Emissionswerte von 0,5 g NO_x/m^3 bei Neuanlagen und 0,8 g NO_x/m^3 bei Altanlagen eingehalten werden.

In der Keramikindustrie entstehen Emissionen an organischen Stoffen (Benzol, Toluol, Formaldehyd u. a.) aus tonbegleitenden Stoffen und zugesetzten Porosierungsmitteln, wie z. B. Sägespäne und Polystyrol. Durch thermische Nachverbrennung (TNV) können Geruchsbelästigungen vermieden und die Emissionen organischer Stoffe deutlich gemindert werden. Die Energiekosten und der Energieverbrauch lassen sich durch Einsatz von Schwachgas und Wärmenutzung minimieren.

Glasschmelzanlagen

Die Emissionen aus Glasschmelzanlagen hängen von einer Vielzahl von Einflußfaktoren wie Gemengezusammensetzung, Brennstoffart, Bauart des Schmelzofens (u. a. U-Flammen- oder Querbrennerfeuerung, regenerative oder rekuperative Verbrennungsluftvorwärmung) ab. Neben staubförmigen Emissionen, die in Abhängigkeit von der Gemengezusammensetzung und dem Anteil an Altglasscherben einen relativ hohen Gehalt an Schwermetallverbindungen aufweisen können, treten relevante Emissionen an Stickoxiden, Schwefeloxiden sowie an anorganischen gasförmigen Fluor- und Chlorverbindungen auf.

In den letzten Jahren wurden die Schmelzanlagen der deutschen Glasindustrie entsprechend den emissionsbegrenzenden Anforderungen der TA Luft 86 mit hochwirksamen Staubabscheidern (Elektrofilter bzw. Gewebefilter) ausgerüstet. Zur Verminderung der Emissionen an Schwefeloxiden sowie gasförmiger Fluor- und Chlorverbindungen haben sich Trockensorptionsverfahren mit Kalkhydrat bewährt, die dem Staubabscheider vorgeschaltet werden. Die Grenzwerte der TA Luft werden in der Regel sicher unterschritten.

Diese Entwicklung wurde durch entsprechende Pilotvorhaben im Rahmen des vom Umweltbundesamt betreuten „Programms zur Förderung von Investitionen zur Verminderung von Umweltbelastungen" nachhaltig unterstützt. Der Schwerpunkt der Fördermaßnahmen liegt derzeit im Bereich der großtechnischen Erprobung von Maßnahmen zur Verminderung der NO_x-Emissionen.

Zellstoff- und Papierindustrie

In Betrieben der papierproduzierenden Industrie fallen ca. 2 Mio. t Reststoffe pro Jahr an, die gegenwärtig noch zum Großteil deponiert werden. Aufgrund der Anforderungen der TA Siedlungsabfall an abzulagernde Reststoffe, die eine Vorbehandlung organischer Reststoffe vor einer Deponierung erforderlich machen, sowie vor dem Hintergrund knapper werdender Deponiekapazitäten verbunden mit steigenden Entsorgungskosten, wird im laufenden Förderprogramm nach anderen Verwertungs- und Entsorgungswegen gesucht. Zur Umsetzung des Reststoffvermeidungs- und -verwertungsgebotes des § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG hat der LAI für Anlagen zur Herstellung von Papier, Pappe und Wellpappe 1994 eine Musterverwaltungsvorschrift entworfen, die die technisch möglichen Maßnahmen zur Vermeidung und Verwertung von Reststoffen enthält. Sie gibt einen Rahmen für den Vollzug vor, innerhalb dessen die Bundesländer bei Genehmigungsverfahren für derartige Anlagen Anforderungen an die Reststoffvermeidung bzw. -verwertung stellen.

Nahrungs- und Genußmittelindustrie

In der Branche Zuckerindustrie führt die Dampftrocknung von Preßschnitzeln in einem geschlossenen Verfahren zu bedeutenden Minderungseffekten unter gleichzeitiger Verbesserung der Schnitzelqualität. Die bei herkömmlichen Verfahren entstehenden Abgasemissionen werden vermieden bzw. durch Kondensation der entstehenden Brüden auf die Abwasserseite verlagert. Abwasserseitig sind die in den Brüden enthaltenen organischen Stoffe nicht problematisch, während sie bei der Abluftreinigung aufgrund ihres hydrophilen Verhaltens nur durch Chemikalienzusatz in chemischen Wäschern zu eliminieren waren. Mit diesem Verfahren lassen sich im Vergleich zu herkömmlicher Technologie 85 bis 90 % der Energiemenge für die Trocknung der Zuckerrübenschnitzel einsparen, d. h. auch eine Reduzierung der CO_2- und SO_2-Emissionen um 85 bis 90 %.

Oberflächenbehandlung

Im Zeitraum zwischen dem Inkrafttreten der novellierten 2. BImSchV im März 1991 und dem Auslaufen der letzten Übergangsfrist am 31. Dezember 1994 für Altanlagen hat sich das Bestreben verstärkt, CKW und die teilweise bis 31. Dezember 1992 noch erlaubten FCKW zunehmend durch umweltverträglichere und weniger toxische Alternativen zur Reinigung und zum Entfetten in Oberflächenbehandlungsanlagen und Extraktionsanlagen zu ersetzen.

Hinsichtlich der Vermeidung von Emissionen sind hierbei besonders die wäßrigen Alternativen hervorzuheben. Für Extraktionsanlagen stehen z. B. Techniken zur Verfügung, bei denen neben überkritischem

Kohlendioxid (CO_2) auch Wasserdampf zur Extraktion eingesetzt wird. Bei Oberflächenbehandlungsanlagen, in denen insbesondere metallische Oberflächen gereinigt werden, kann davon ausgegangen werden, daß mindestens 60 % der Anlagen mit wäßrigen Reinigungstechniken arbeiten.

Die Reduzierung der Anwendung von CKW und der Ersatz von FCKW bei der industriellen Teilreinigung und der chemischen Textilreinigung wurde durch die Förderung zahlreicher FuE-Verbundvorhaben seitens der Bundesregierung unterstützt. Vorrangige Substitute waren wäßrige Systeme und aromatenfreie Kohlenwasserstoffe.

Abfallverbrennung

Die Abfallverbrennung in der Bundesrepublik Deutschland hat im Berichtszeitraum ihr technologisches Niveau angesichts der sukzessive anzuwendenden Anforderungen der 17. BImSchV weiter verbessert. Die Abfallverbrennung als thermische Behandlung zur Beseitigung durch Verminderung der Menge und Schädlichkeit von Abfällen ist im Rahmen moderner Abfallentsorgungskonzepte ein der vorrangigen Abfallvermeidung und Abfallverwertung nachgeordneter, aber bedeutsamer Schritt für einen verbesserten Umweltschutz. Sie hat dabei folgende Aufgaben zu erfüllen:

- schädliche oder gefährliche Inhaltsstoffe in den Abfällen zu zerstören, umzuwandeln, abzutrennen, zu konzentrieren oder zu immobilisieren,
- Volumen und Menge der Abfälle weitestgehend zu reduzieren,
- verbleibende Rückstände in verwertbare Stoffe zu überführen oder sie in die ablagerungsfähige Form zu bringen und
- bei der Verbrennung entstehende Wärmeenergie zu nutzen.

Im folgenden sind ihre einzelnen Bereiche beschrieben.

– Hausmüllverbrennungsanlagen

In der Bundesrepublik Deutschland werden 52 Verbrennungsanlagen zur thermischen Behandlung von Siedlungsabfällen betrieben (Stand 1995). An diese Anlagen sind ca. 23,8 Mio. Einwohner angeschlossen, das entspricht etwa 29,5 % der Gesamtbevölkerung (siehe Tabelle 74).

Mit diesen Anlagen steht der kommunalen Siedlungsabfallentsorgung jährlich eine Verbrennungskapazität von ca. 11 Mio. t zur Verfügung, die sich auf insgesamt 140 Verbrennungseinheiten verteilt. Die theoretische Auslegung dieser Verbrennungseinheiten bewegt sich in einem Kapazitätsbereich von 3 t/h bis 40 t/h. Die den einzelnen Anlagen jährlich zugewiesenen Abfallmengen liegen zwischen 16 000 t/a und 660 000 t/a.

Die in die Verbrennungsanlagen gelangenden Abfallarten sind im wesentlichen Hausmüll, hausmüllähnlicher Gewerbeabfall und Sperrmüll. Darüber hinaus werden auch noch Straßenkehricht, Kompostrückstände und Garten- bzw. Holzabfälle mitentsorgt.

– Sonderabfallverbrennungsanlagen

In der Bundesrepublik Deutschland werden zur Zeit 32 größere Verbrennungsanlagen (sowohl öffentlich zugängliche als auch privat betriebene Anlagen) für die Behandlung von Sonderabfällen und produktionsspezifischen Rückständen betrieben. Tabelle 75 stellt die Entwicklung der Sonderabfallverbrennung in der Bundesrepublik Deutschland dar, wobei die Verbrennungsanlagen in den neuen Bundesländern erst ab 1990 berücksichtigt werden.

Bei den aus den neuen Bundesländern erfaßten Anlagen handelt es sich mit Ausnahme der für die Sonderabfallentsorgung von Berlin/West seinerzeit errichteten Verbrennungsanlagen in Schöneiche um Abfallverbrennungsanlagen, die im Verbund mit industriellen Produktionsanlagen betrieben wurden und von deren längerfristigem Betrieb ausgegangen werden konnte.

Die Bedarfsentwicklungen stehen in einer Wechselwirkung mit den bereits durchgeführten und geplanten Maßnahmen zur Vermeidung und Verwertung von Abfällen sowie der wirtschaftlichen Entwicklung. Deutlich erkennbar ist ein Rückgang der zu Sonderabfallverbrennungsanlagen angelieferten besonders überwachungsbedürftigen Abfälle mit vorrangig organischen Bestandteilen. Die Ursachen für diese Entwicklung sind allerdings nicht eindeutig nachvollziehbar, einer der möglichen Gründe könnte die in mehreren Bundesländern eingeführte Sonderabfallabgabe sein, die für verwertete Abfälle nicht erhoben wird, so daß diese Abfälle dann bevorzugt einer energetischen Verwertung in Industrieverbrennungsanlagen (z. B. Zementdrehrohröfen) zugeführt werden.

Die Unsicherheit bei den Bedarfsprognosen wird durch die Bundesabfallstatistik für das Jahr 1990 bestärkt, nach der bereits rund 2,4 Mio. t besonders überwachungsbedürftiger Abfälle verbrannt wurden. Diese Verbrennungskapazitäten verteilen sich allerdings auf 347 Verbrennungsanlagen, von denen ohne Berücksichtigung der krankenhauseigenen Anlagen 65 Anlagen als Abfallverbrennungsanlagen ausgewiesen werden.

– Klärschlammverbrennung

In 12 Anlagen werden zur Zeit etwa 300 000 t/a (Trockensubstanz) kommunale Klärschlämme verbrannt. Weitere Verbrennungsanlagen sind im Bau oder in der Planung. Neben dieser großtechnisch erprobten Monoverbrennung oder der Mitverbrennung in Hausmüllverbrennungsanlagen (etwa 15 Anlagen mit insgesamt ca. 50 000 t TS/a) werden Entsorgungswege verfolgt, die ein Mitverbrennen in Anlagen vorsehen, die überwiegend einem anderen Zweck dienen als der Abfallentsorgung. Neben zwei Steinkohlekraftwerken mit Schmelzkammerfeuerung, die für den anteiligen Einsatz von getrockneten Klärschlämmen umgerüstet worden sind und im Dauerbetrieb gefahren werden, sind Konzepte

mit Braunkohlekraftwerken, Zementwerken und Asphaltmischgutwerken in der Planung.

– Emissionen und Rückstände aus der Abfallverbrennung

In den Tabellen 76 und 77 ist die Entwicklung der mittleren Schadstoffemissionen von Verbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle und die daraus abzuleitenden Frachten dargestellt. Trotz steigender Verbrennungskapazität werden die Schadstofffrachten aus der Abfallverbrennung aufgrund der verstärkten Bemühungen zur Abgasreinigung geringer.

Die derzeit aus Abfallverbrennungsanlagen für Siedlungs- und Sonderabfälle und Klärschlämme zu erwartenden Schadstofffrachten sind in Tabelle 78 angegeben.

Die Mengen der bei der Abfallverbrennung anfallenden Rückstände sind in der Tabelle 79 zusammengefaßt. Aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzung, Konsistenz und Schadstoffgehalte und deren Löslichkeit werden diese Rückstände in der Regel abgelagert oder können – wie bei aufbereiteten Schlacken mit einer Kornverteilung von 0 bis 32 mm Durchmesser aus der Hausmüllverbrennung – einer eingeschränkten Verwertung zugeführt werden.

Für die nationale Umsetzung gibt die EG-Richtlinie über die Verbrennung gefährlicher Abfälle einen Zeitraum bis zum 31. Dezember 1996 vor.

Neue medienübergreifende Anforderungen und viele weitere von der geltenden 17. BImSchV abweichende Detailregelungen der neuen Richtlinie machen eine entsprechende Novellierung der 17. BImSchV noch im Jahr 1996 erforderlich.

In Tabelle 80 sind die derzeit geltenden Emissionsgrenzwerte für Abfallverbrennungsanlagen in verschiedenen Mitgliedstaaten der Europäischen Union und der Schweiz den Werten der Richtlinie 94/67/EG über die Verbrennung gefährlicher Abfälle gegenübergestellt.

Bilanz des Chlorstoffflusses für Deutschland

Seit einigen Jahren wird verstärkt daran gearbeitet, neben Einzelstoffen gesamte Stoffflüsse als Ausgangspunkt ökologischer Betrachtungen zu etablieren. Ziel ist es, aufgrund einer genauen Stoff- und Energieflußanalyse u. a. Minderungsmöglichkeiten besonders umweltrelevanter Emissionen aufzuzeigen. In einem ersten konkreten Beispiel wurden für den komplexen Produktionssektor der Chlorchemie, der seit vielen Jahren im Blickpunkt stoffpolitischer Diskussionen steht, Stoffflußuntersuchungen durchgeführt.

Eine Aktualisierung des Chlorhandbuchs I auf dem Stand von 1992 verschafft auf der Basis des Stoffflußprinzips eine systematische Übersicht darüber, wie die aktuellen Stoffmengen der Chlorchemie aussehen, welche Änderungen von 1987 bis 1992 erfolgt sind, was die Gründe für die auftretenden Änderungen waren und wie die Entwicklung voraussichtlich weitergehen wird.

Die Chlorproduktion ist von 1987 bis 1992 von 3,4 auf 2,9 Mio. t zurückgegangen. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, daß aufgrund rechtlicher Vorgaben die Herstellung umweltrelevanter Produkte wie CKW-Lösemittel und FCKW eingeschränkt wurde. So ging die Lösemittelproduktion von 551 auf 289 kt/a und die FCKW-Produktion von 127 auf 59 kt/a zurück. Im Mai 1994 ist die FCKW-Produktion in Deutschland endgültig eingestellt worden. Neben der CKW- und FCKW-Produktionsminderung bzw. -einstellung waren für den Rückgang der Chlorproduktion auch Rationalisierungsmaßnahmen über EU-Grenzen hinweg und die rezessive Wirtschaftsentwicklung bedeutsam. Inzwischen ist die Produktion 1994 wieder auf 3,1 Mio. t gestiegen, für 1995 wurde ein Volumen von 3,3 Mio. t erwartet.

Die Abfälle aus der Produktion von Chlorchemikalien wurden weitestgehend betriebsintern verbrannt und das Chlor in Form von Chlorwasserstoff in die Produktion zurückgeführt. Der zunehmende Verbrauch an PVC wurde durch Importe gedeckt. Da der Markt für Polyurethan-Kunststoff ebenfalls stetig wächst, wird immer mehr Chlor für deren Vorprodukte Phosgen und Propylenoxid in dieser Produktlinie verbraucht. Nach den vorliegenden Prognosen wird sich diese differenzierte Entwicklung der Chlorchemie auch in den nächsten Jahren fortsetzen.

3.1.5 Aufwendungen für Forschung und Entwicklung in der Luftreinhaltung

Die im Berichtszeitraum von Bund und Ländern bereitgestellten Mittel lagen pro Jahr bei über 195 Mio. DM.

Die folgenden Zahlenangaben beruhen auf Materialien, die von den Bundes- und Landesressorts der zentralen Datenbank des Umweltbundesamtes zur Umweltforschung (UFORDAT) zur Verfügung gestellt wurden.

Die Bundesregierung allein hat von 1991 bis 1994 insgesamt 547 Forschungs- und Entwicklungsvorhaben mit einem Aufwand von fast 530 Mio. DM gefördert. Die Aufstellung aller Vorhaben, die Gesamtausgaben sowie der Anteil der von der Bundesregierung geförderten Vorhaben und Mittel für die verschiedenen Forschungsschwerpunkte im Bereich der Luftreinhaltung ergeben sich aus Tabelle 81).

Bei den 554 insgesamt von Bund, Ländern und sonstigen Einrichtungen geförderten Vorhaben lag der Schwerpunkt der Zielsetzung auf Vorhaben, die die Verbesserung von ernergiesparenden und damit schadstoffverringernden Techniken zum Ziel haben.

Die Beschlüsse der Bundesregierung zur Verringerung der CO_2-Emissionen erfordern einen erhöhten Forschungsbedarf, insbesondere zur Ermittlung von Möglichkeiten im Bereich der Nutzung erneuerbarer Energien, der Möglichkeiten zur industriellen Abwärmenutzung, zur Begleitung der Selbstverpflichtungen der Industrie zur CO_2-Minderung sowie zur rationellen und sparsamen Energieanwendung und zur Wärmedämmung. Die Bundesregierung hat zwar allein hierfür in den Jahren 1991 bis 1994 für mehr als 200 Vorhaben ca. 250 Mio. DM zur Verfügung ge-

stellt, im Hinblick auf die Schwierigkeit der Aufgabe und die anspruchsvolle Zielvorgabe muß hier jedoch weiterhin ein Schwerpunkt für Forschung und Entwicklung liegen.

Ein anderer Schwerpunkt lag bei der Erforschung von Meßmethoden zur Überwachung der Belastung der Umwelt durch Luftverunreinigungen, um Grundlagen für eine vorausschauende Planung als Instrument der Vorsorge zu schaffen.

3.1.6 Internationale Zusammenarbeit

Die Erhaltung und Verbesserung der Umwelt macht in Anbetracht grenzüberschreitender und globaler Umweltbeeinträchtigungen gemeinsame Anstrengungen der Staaten über Grenzen hinweg erforderlich. Internationalem Umweltschutz kommt aus ökologischen, aber auch aus ökonomischen Gründen hohe Bedeutung zu. Gerade bei Industriestaaten wie der Bundesrepublik Deutschland ist internationale Umweltpolitik nicht zuletzt auch ein Gebot weltweiter Solidarität.

Die internationale Zusammenarbeit beim Schutz der Umwelt wird durch eine Vielfalt von Zielsetzungen geprägt, die vom Abbau oder der Vermeidung unnötiger wirtschaftlicher Hemmnisse über die Beseitigung von Umweltschäden bis hin zur vorsorgenden Erhaltung der Umwelt reichen. Zugleich gehen in diese Zusammenarbeit die Zwänge, aber auch die Potentiale der hinsichtlich wirtschaftlichem und technischem Aufwand weltweit mit an der Spitze stehenden Staaten ebenso ein wie die der rohstoffliefernden Staaten sowie jener Regionen, deren wirtschaftliche und technische Entwicklung noch am Anfang steht. Demzufolge kommt sowohl den einen weiten Rahmen spannenden politischen Resolutionen und Programmen als auch völkerrechtlich bindenden Abkommen und den supranationalen rechtlich bindenden Verpflichtungen große Bedeutung zu.

Für die Bundesregierung stellt sich aus diesen Gründen das umweltpolitische Vorgehen auf internationaler Ebene als ein Kernbereich ihres Handelns dar. In der Europäischen Gemeinschaft und in zahlreichen internationalen Umweltgremien und -organisationen, in bi- und multilateralen Umweltabkommen mit Staaten aus Ost und West sowie der Dritten Welt setzt sie sich nachdrücklich für die Durchsetzung fortschrittlicher umweltpolitischer Ziele ein.

Die von der Bundesrepublik Deutschland eingegangenen internationalen Verpflichtungen zur Reduzierung der Luftverunreinigungen hat die Bundesregierung in ihrem Bericht vom 4. April 1990 (Drucksache 11/6894) eingehend dargestellt. Auf diesen Bericht wird ergänzend zu den folgenden Ausführungen verwiesen.

3.1.6.1 Europaweite Zusammenarbeit

Seit der UN Konferenz für Umwelt und Entwicklung (UNCED) 1992 in Rio tragen gesamteuropäische Konferenzen der Umweltminister zur regionalen Umsetzung der Grundsätze von Rio bei. Ein Aktionsprogramm zur Lösung der dringlichsten ökologischen Probleme in Mittel- und Osteuropa wurden von der gesamteuropäischen Umweltkonferenz Dobris 1991 gefordert und von der Luzern-Konferenz 1993 formuliert.

Dieses Umweltaktionsprogramm geht von der Voraussetzung aus, daß die Mittel für Umweltprojekte sehr begrenzt sind. Prioritäten sollten dort bestehen, wo

- eine Schädigung der menschlichen Gesundheit vorauszusehen ist,
- Produktivitätsverluste durch Schädigung oder Zerstörung von materiellem Kapital und natürlichen Ressourcen vorauszusehen sind,
- eine nicht mehr rückgängig zu machende Schädigung der Artenvielfalt vorliegt und
- Maßnahmen mit niedrigen Kosten und hohem Ertrag gegeben sind.

Das Umweltschutzprogramm basiert auf dem dreigliedrigen Ansatz: politische Grundsatzreform, institutionelle Stärkung und Investition.

Die 3. Ministerkonferenz „Umwelt für Europa" konnte 1995 in Sofia eine positive Zwischenbilanz zur Verwirklichung des Programms ziehen.

3.1.6.1.1 Umweltpolitik der Europäischen Union

In der Europäischen Gemeinschaft wurde bereits mit dem 1. Umweltaktionsprogramm 1973 der Notwendigkeit eines EG-weiten Umweltschutzes Rechnung getragen. Mit der Einheitlichen Europäischen Akte 1987 wurde erstmalig ein spezifisches Umweltkapitel in den EG-Vertrag eingeführt. Hiermit wurde die Grundlage für die Entwicklung der EG auch zu einer Umweltgemeinschaft gelegt, was nicht zuletzt über 250 Rechtsakte in allen Gebieten des Umweltschutzes belegen. Der aktuelle Stand der EG-Umweltgesetzgebung umfaßt dabei auch Produktnormen, anlagenbezogene Emissionsnormen und Qualitätsnormen im Immissionsschutzbereich. Der Vorschlag für eine Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung wird die Grundlage für die künftige Genehmigungspraxis in der Europäischen Union (EU) bilden und wegen seines medienübergreifenden, integrativen Ansatzes Auswirkungen auf das gesamte nationale Anlagenzulassungsrecht haben.

Den aktuellen rechtlichen Rahmen der Umweltpolitik der EU bildet der Vertrag von Maastricht, der mit seinen verbesserten gemeinschaftlichen Vertragsbestimmungen die Grundlage für die nähere Ausgestaltung und Weiterentwicklung der EU-Umweltpolitik bildet. Der EG-Vertrag definiert die Umweltpolitik als eine der Aufgaben der EU, wobei insbesondere auf ein hohes Schutzniveau und die Integration des Umweltschutzes in andere Politiken abgezielt wird.

Das Programm der EG für Umweltpolitik und Maßnahmen im Hinblick auf eine dauerhafte und umweltgerechte Entwicklung (5. Aktionsprogramm) setzt der Gemeinschaft einen politischen Rahmen mit neuen Ansätzen und Instrumenten für die zukünftige EU-Umweltpolitik bis zum Jahr 2000. Dies gilt insbesondere für das Konzept der richtigen Preissignale, d. h. die volle Berücksichtigung der Umweltkosten bei Produktion und Verbrauch zur Beendigung der

gemeinschaftsweiten Subvention an Industrie und Verbraucher; der Ergänzung des Ordnungsrechts durch ökonomische Instrumente kommt dabei ein hoher Stellenwert zu. Dies gilt ebenso für die Integration des Umweltschutzes in andere Gemeinschaftspolitiken, insbesondere in die Verkehrs-, Industrie-, Energie-, Landwirtschafts- und Strukturpolitik. Es kommt jetzt vor allem darauf an, die Zielsetzungen des Programms in konkrete Maßnahmen umzusetzen – wobei hier alle Ebenen, d. h. Gemeinschaft und Mitgliedstaaten, Wirtschaft, Verbände, Verbraucher etc. gefordert sind. Die Zielsetzungen des Umweltaktionsprogramms sind im Rahmen der Überprüfung des Programms im Jahr 1996 weiterzuentwickeln. Hilfestellung bei der Formulierung und Durchführung von Umweltschutzmaßnahmen können dabei Institutionen wie die Europäische Umweltagentur oder Förderprogramme wie LIFE geben; in beiden Fällen gehören auch Fragen des Immissionsschutzes zum Aufgabenbereich. Auch das Vierte EG-Rahmenprogramm für Forschung und Technologie, mit dem von 1994 bis 1998 unter anderem Projekte im Bereich Umwelt und Klima mit 852 Mio. ECU gefördert werden, kommt dem Immissionsschutz zugute.

3.1.6.1.2 Netzwerk für Umsetzung und Vollzug von Umweltrecht

Die Rechtsakte der EU im Umweltrecht sind mit einem hohen administrativen und politischen Umsetzungs- und Vollzugsaufwand sowie mit zahlreichen innerstaatlichen Konflikten für die Mitgliedstaaten verbunden. Die damit verbundenen Umsetzungs- und Vollzugsschwierigkeiten bestehen nicht nur in der Bundesrepublik Deutschland, sondern in allen Mitgliedstaaten.

Die dargelegten Schwierigkeiten des EG-Umweltrechts und des Umsetzungsprozesses haben zu einem verbreiteten Unbehagen in den Mitgliedstaaten geführt und bildeten den Anstoß für eine niederländisch-britische Initiative zur Einrichtung des Netzwerks Ende 1992 in Chester, England. Nach einigen Anlaufschwierigkeiten, die die Rolle der Kommission im Netzwerk betrafen, ist das Netzwerk nunmehr unter der Bezeichnung „EU-Network for the Implementation and Enforcement of Environmental Law" („IMPEL") etabliert. Das Netzwerk setzt den Beschluß im 5. Aktionsprogramm der EU um, „ein Netz aus Vertretern der nationalen Behörden und der Kommission für den Bereich der praktischen Umsetzung der gemeinschaftlichen Maßnahmen" einzurichten.

Nach dem 5. Aktionsprogramm der EU ist Aufgabe des Netzwerks, „in erster Linie zum Informations- und Erfahrungsaustausch sowie zur Entwicklung gemeinsamer Konzepte auf praktischer Ebene" zu dienen. In Erfüllung dieser Aufgabe soll das Netzwerk auch umweltpolitische Empfehlungen abgeben und „beste Praktiken" für den Vollzug entwickeln. Demzufolge befaßt sich das Netzwerk mit fachlichen, administrativen und rechtlichen Vollzugsfragen des bestehenden EU-Umweltrechts und künftiger EU-Rechtssetzungsmaßnahmen. Dabei befaßt sich das Netzwerk nicht nur mit Problemen auf dem Gebiet des Immissionsschutzrechtes, sondern ebenfalls mit Fragen in den Bereichen Wasser und Abfall.

Seit Ende 1992 haben (bis 27. Februar 1995) sieben Plenarsitzungen des Netzwerks und zahlreiche Treffen der fünf Arbeitsgruppen des Netzwerks stattgefunden. Das Plenum ist der „governing body" des Netzwerks und tritt halbjährlich unter dem Co-Vorsitz der Kommission und des jeweiligen Präsidentschaftsstaates zusammen. Das Plenum legt die Untersuchungsaufträge der Arbeitsgruppe fest, entscheidet über Netzwerkempfehlungen, über Art und Weise der Einspeisung von Arbeitsergebnissen in den politischen Entscheidungsprozeß sowie über alle sonstigen Angelegenheiten des Netzwerks.

Die Arbeitsgruppen befassen sich mit

- technischen Fragen der Anlagengenehmigung (AG 1, Vorsitz Deutschland),
- administrativen und rechtlichen Fragen der Anlagenzulassung (AG 2, Vorsitz EG-Kommission),
- Überwachung von Industrieanlagen (AG 3, Vorsitz Dänemark),
- Informations- und Personalaustausch zwischen den Mitgliedstaaten (AG 4, Vorsitz Niederlande),
- grenzüberschreitende Abfallverbringung (ad hoc-AG, Vorsitz Niederlande).

Die umweltpolitische Bedeutung des Netzwerks ist institutioneller und inhaltlicher Art.

In institutioneller Hinsicht bietet das Netzwerk die Möglichkeit, nationale Vollzugserfahrungen für politische Entscheidungsprozesse auf EU-Ebene nutzbar zu machen. Insoweit erweitert das Netzwerk die Informationsquellen der Kommission und der Mitgliedstaaten und ergänzt in sinnvoller Weise bestehende EU-Strukturen.

In inhaltlicher Hinsicht bietet das Netzwerk die Chance, zu einer vollzugsgerechteren Gestaltung des EU-Umweltrechts beizutragen sowie die Umsetzung und den Vollzug von EU-Umweltrecht durch die Mitgliedstaaten zu verbessern und zu vereinheitlichen.

3.1.6.1.3 Europäische Umweltagentur

Die Ende 1993 in Kopenhagen eingerichtete Europäische Umweltagentur hat im wesentlichen folgende Aufgaben:

- Aufbau und Koordinierung des EIONET (Europäisches Umweltinformations- und -beobachtungsnetz) in Zusammenarbeit mit den Mitgliedstaaten. In diesem Rahmen stellt die Agentur die Sammlung, Aufbereitung und Analyse von Daten sicher;
- Bereitstellung der erforderlichen objektiven Informationen für die Ausarbeitung von Vorschriften zur Durchführung von Umweltschutzmaßnahmen der EU und der Mitgliedstaaten;
- Erfassung, Zusammenstellung und Bewertung von Daten über den Zustand der Umwelt und über die Qualität, die Empfindlichkeit und die Belastung der Umwelt im Gebiet der Gemeinschaft; Aufstellung einheitlicher Bewertungskriterien für Umweltdaten, die in allen Mitgliedstaaten anwendbar sind;

- Förderung der Vergleichbarkeit von Umweltdaten auf europäischer Ebene sowie erforderlichenfalls auch eine stärkere Harmonisierung der Meßverfahren;
- Förderung der Entwicklung von Methoden zur Bewertung der Kosten von Umweltschäden sowie der Kosten für Vorsorge-, Schutz- und Sanierungsmaßnahmen im Bereich der Umwelt;
- Förderung des Informationsaustausches über die besten verfügbaren Technologien zur Verhütung oder Verringerung von Umweltschäden.

Der Verwaltungsrat der Agentur hat das Mehrjahresarbeitsprogramm 1994 bis 1999 für die in der Verordnung genannten Vorranggebiete (Luftqualität und atmosphärische Emissionen, Wasserqualität, Schadstoffe und Wasserressourcen, etc.) verabschiedet, aus dem die jährlichen Programme (inzwischen für 1994/1995 und für 1996) abgeleitet werden. Es enthält rd. 90 fachbezogene Projekte, davon über 10% im Luft/Lärm-Bereich.

Die Europäische Umweltagentur hat folgende Europäische Themenzentren (ETC) eingerichtet, die für die Agentur Daten sammeln und bewerten:

Thema	Koordinator des Konsortiums	Deutsche Kontaktstelle
Luftemission	Umweltbundesamt Berlin, Deutschland	Umweltbundesamt
Luftqualität	Rijksinstitut voor Volksgezondheit en Milieuhygiene, Bilthoven, Niederlande	Umweltbundesamt
Naturschutz	Musée Nationale d'Histoire Naturelle, Paris, Frankreich	Bundesamt für Naturschutz
Binnengewässer	Water Research Centre Medmenham, Großbritannien	Umweltbundesamt
Geographisches Informationssystem/ Landbedeckung	Zentrum für Umweltsatellitendaten, Schweden	Statistisches Bundesamt
Umweltdaten-Metainformationssystem	Niedersächsisches Umweltministerium, Deutschland	Umweltbundesamt

Das ETC „Luftemissionen" hat im wesentlichen folgende Leistungen zu erbringen:

- Entwicklung der Methodik für gesamteuropäische Emissionsinventare einschließlich Datenmodell und Datenbasis, Nomenklatur, Software, Anwenderrichtlinien und Standards etc. mit dem Ziel der Erfassung zuverlässiger und vergleichbarer Daten;
- Erstellung der Emissionsinventare CORINAIR 1994 und CORINAIR '95.

Das Themenzentrum hat 1995 einen Bericht über die Emissionssituation in Europa für die Jahre 1990 bis 1993 vorgelegt. 1996 wird ein entsprechender Bericht für das Jahr 1994 präsentiert.

Im Rahmen des ETC Luftqualität stellt das Umweltbundesamt als deutsche Kontaktstelle in Zusammenarbeit mit den Bundesländern die deutschen Beiträge zu folgenden Aufgaben zur Verfügung:

- generelle Untersuchung der Ableitung der Erfordernisse bei Erfassung der Luftqualität. Ziel ist ein Vorschlag für ein Luftqualitätsmeßnetz auf europäischer Ebene.
- Einrichtung und Aufrechterhaltung eines Europäischen Luftqualitätsmeßnetzes und Datensammlung. Dazu sollen die Erfahrungen aus der bisherigen Sammlung von Luftgütedaten und deren Nutzung in der EU ausgewertet sowie Repräsentanz und Qualität der eingespeisten Daten untersucht werden.
- Harmonisierung von Modellen zur Bestimmung der Luftqualität und des Transportes von Luftverunreinigungen. Dazu sollen Modellanwendungen, z. B. für die Smogwarnung, untersucht werden.

3.1.6.1.4 Luftqualitätsnormen

Zur Umsetzung bestehender EG-Richtlinien in deutsches Recht hat die Bundesregierung auf der Grundlage des § 48a BImSchG mit Zustimmung des Bundesrates am 26. Oktober 1992 die Verordnung über Immissionswerte (Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – 22. BImSchV – BGBl I S. 1819) erlassen. Mit der Änderungsverordnung vom 27. Mai 1994 (BGBl I S. 1095) wurden darüber hinaus noch die 1992 bestimmten Luftqualitätsnormen der EG für Ozon in die Verordnung über Immissionswerte eingeführt.

Da die Bundesrepublik Deutschland gegenüber der Kommission nach den Richtlinien berichtspflichtig ist, haben die Länder die dafür notwendigen Unterlagen zur Verfügung zu stellen.

3.1.6.1.5 Anlagenbezogene Regelungen

EG-Richtlinie über Großfeuerungsanlagen (88/609/EWG)

Im Angesicht weltweiter Klimaveränderungen haben länderübergreifende anlagenbezogene Regelungen zur Luftreinhaltung eine zunehmende Bedeutung.

Das Pendant zur 13. BImSchV auf europäischer Ebene, die EG-Richtlinie 88/609/EWG vom 24. November 1988, regelt die Begrenzung von Schadstoffemissionen aus Großfeuerungsanlagen in die Luft, deren Feuerungswärmeleistung 50 MW oder mehr beträgt.

Vorbild der EG-Richtlinie war die deutsche GroßfeuerungsanlagenVerordnung, wobei allerdings die konkreten Anforderungen hinter den in Deutschland geltenden Bestimmungen zurückblieben.

Die Umsetzung der EG-Großfeuerungsanlagen-Richtlinie erfolgte in Deutschland durch die 13. BImSchV und die TA Luft.

Die sich aus der Richtlinie ergebenden Anforderungen wurden und werden sowohl für die alten als auch für die neuen Bundesländer eingehalten (siehe auch Abschnitt 3.1.2.3).

Artikel 4 Abs. 2 der EG-Großfeuerungsanlagen-Richtlinie legt fest, daß die Europäische Kommission unter Berücksichtigung des Standes der Technik und der Umwelterfordernisse vor dem 1. Juli 1995 Vorschläge zur Neufestsetzung der geltenden Grenzwerte für Großfeuerungsanlagen vorzulegen hat. Entsprechende Expertensitzungen zur Anwendung und Überarbeitung der Richtlinie 88/608/EWG fanden 1994 und 1995 statt.

In Deutschland bestehen bereits Anforderungen zur Reststoffvermeidung und -verwertung sowie zur Abwassereinleitung bei Abfallverbrennungs- und Großfeuerungsanlagen. Aufgrund des Reststoffvermeidungs- und verwertungsgebotes werden in Deutschland beispielsweise sämtliche Flugaschen aus Steinkohlekraftwerken verwertet. Der Gips aus Abgasentschwefelungsanlagen wird ebenfalls der Verwertung zugeführt (z. B. in der Bau- und Gipsindustrie sowie in Zementwerken).

Die Vorschriften zur Begrenzung der Schadstoffeinleitungen in Gewässer (insbesondere Anhang 47 zu § 7a WHG) machen den Einbau und Betrieb von wirksamen Abwasserreinigungseinrichtungen für das Abwasser aus Abgasentschwefelungsanlagen erforderlich.

Die Entwicklung der SO_2- und NO_x-Emissionen in Deutschland im Vergleich zu den Vorgaben der EG-Großfeuerungsanlagen-Richtlinie 90/656/EWG ist in Abschnitt 3.1.2.3.3 dargestellt. Diese Entwicklung bestätigt, daß in der Luftreinhaltung in Deutschland durch streng nach dem Stand der Technik stetig weiterentwikelte Umweltanforderungen ein im internationalen Vergleich hohes Niveau erreicht worden ist.

EG-Richtlinie über die Verbrennung gefährlicher Abfälle (94/67/EWG)

Mit der Verabschiedung der Richtlinie 94/67/EG des Rates der Europäischen Union über die Verbrennung gefährlicher Abfälle vom 16. Dezember 1994 sind für die Mitgliedstaaten der Europäischen Union Mindestanforderungen für das Verbrennen von gefährlichen Abfällen festgelegt worden, die nicht nur den Bereich des anlagenbezogenen Immissionsschutzes betreffen, sondern auch einen allgemeinen Rahmen für den Umgang mit den gefährlichen Abfällen und den entstehenden wäßrigen Abfällen und Abwässern setzen. Mit dieser Richtlinie wird dem medienübergreifenden Ansatz beim Umweltschutz Rechnung getragen, da nicht nur Bestimmungen gegen die Luftverschmutzung, sondern auch solche zum Schutz des Bodens, des Oberflächen- und des Grundwassers enthalten sind. Als Eingangskriterium dient die Definition der „gefährlichen Abfälle" gemäß Artikel 1 Abs. 4 der Richtlinie 91/689/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 über gefährliche Abfälle und die Entscheidung des Rates vom 22. Dezember 1994 über ein Verzeichnis gefährlicher Abfälle (94/689/EG) im Sinne von Artikel 1 Abs. 4 der Richtlinie 91/689/EWG. Im Gegensatz zu den beiden im Juni 1989 verabschiedeten EG-Richtlinien über die Verhütung bzw. Verringerung der Luftverunreinigung durch neue (89/369/EWG) und durch bestehende (89/429/EWG) Verbrennungsanlagen für Siedlungsmüll enthält die EG-Richtlinie über die Verbrennung gefährlicher Abfälle keine Staffelung der Emissionsgrenzwerte in Abhängigkeit von der Durchsatzleistung der Verbrennungsanlagen. Die beiden oben genannten älteren Richtlinien über die Verbrennung von Siedlungsmüll werden derzeit überarbeitet und in absehbarer Zeit zu einer aktualisierten gemeinsamen Richtlinie zusammengefaßt.

Die Emissionsgrenzwerte der neuen EG-Richtlinie liegen in der gleichen Größenordnung wie die Werte der 17. BImSchV (vgl. Abschnitt 3.1.2.3.5).

Für die nationale Umsetzung gibt die EG-Richtlinie über die Verbrennung gefährlicher Abfälle einen Zeitraum bis zum 31. Dezember 1996 vor.

Ein Anpassungsbedarf ergibt sich vorrangig für die 17. BImSchV im Zusammenhang mit der Anlagenüberwachung für Kohlenmonoxid und den geänderten Festlegungen von Meß- und Überwachungszeiträumen, die einer verbesserten Meßtechnik Rechnung tragen.

In Tabelle 80 zu Abschnitt 3.1.4.2 sind die derzeit geltenden Emissionsgrenzwerte für Abfallverbrennungsanlagen in verschiedenen Mitgliedstaaten der Europäischen Union und der Schweiz den Werten der Richtlinie 94/67/EG über die Verbrennung gefährlicher Abfälle gegenübergestellt.

Lösemittelrichtlinie

Die Kommission der EU bereitet z. Z. eine Lösemittelrichtlinie vor, die nach derzeitigem Stand 20 Branchen erfassen will, u. a.

- Anlagen der Druckindustrie;
- Oberflächenbehandlungsanlagen;

- Lackier- und Beschichtungsanlagen;
- Anlagen zur Herstellung pharmazeutischer Produkte.

Die Bundesregierung sieht in der geplanten Richtlinie einen bedeutsamen Beitrag zur europaweiten Reduzierung von Ozonvorläufersubstanzen.

3.1.6.1.6 Produktbezogene Regelung

Schwefel-Richtlinie (93/12/EWG)

Der Schwefelgehalt flüssiger Brenn- und Kraftstoffe führt zu gasförmigen Schwefeldioxid- und partikelförmigen Sulfatemissionen aus Kraftfahrzeugen und Feuerungsanlagen. Ein weiterer Schritt zur Minderung des Schwefelgehalts in Mineralölprodukten wurde mit der Richtlinie 93/12/EWG am 23. März 1993 für bestimmte flüssige Brennstoffe festgelegt. Für Dieselkraftstoff darf ab dem 1. Oktober 1994 der Schwefelanteil in allen Mitgliedstaaten nicht mehr als 0,2 Gew.-% und ab 1. Oktober 1996 nicht mehr als 0,05 Gew.-% betragen, um die in Einzelrichtlinien der Gemeinschaft festgelegten Grenzwerte für Partikelemissionen nicht zu überschreiten. Andere Gasöle, z. B. Heizöl EL, nicht aber Kerosin für Luftfahrzeuge, dürfen ebenfalls ab 1. Oktober 1994 nur noch mit einem maximalen Schwefelgehalt von 0,2 Gew.-% in Verkehr gebracht werden. Gleichzeitig verpflichtet die Richtlinie die Kommission zur Erarbeitung eines Vorschlages zur Verbesserung der Luftqualität und zur Bekämpfung der Schwefeldioxidemissionen durch eine weitere Absenkung der Schwefelgehalte von Gasölen spätestens ab dem 1. Oktober 1999 und der Festlegung neuer Grenzwerte für Kerosin für Luftfahrzeuge. Mit der Umsetzung dieser EU-Regelung ist europaweit mit einer deutlichen Minderung, insbesondere der schwefelbedingten Verkehrsemissionen, zu rechnen.

3.1.6.2 ECE-weite Regelungen

Das Genfer Luftreinhalteabkommen von 1979 hat in den letzten eineinhalb Jahrzehnten eine eigene Dynamik nicht nur zum Schutz der Umwelt, sondern auch zur vertrauensvollen und transparenten Zusammenarbeit in Europa entwickelt. Inzwischen enthalten Protokolle zu diesem Abkommen wirksame Emissionsbegrenzungen für die wichtigsten Luftverunreinigungen und verpflichten die Partner dieses Abkommens zur Entwicklung von neuen Techniken und wirtschaftlich wirkenden Instrumenten für einen besseren Immissionsschutz.

3.1.6.2.1 Schwefel

Zur Konkretisierung des UN-ECE-Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung von 1979 wurde 1985 das 1. Schwefelprotokoll (Helsinki-Protokoll) beschlossen, das die Teilnehmerländer zu einer 30%igen Reduktion der SO_2-Emissionen verpflichtete. Dies war für Westdeutschland bereits 1987 mit einer Emissionsminderung von 38% und 1991 für Gesamtdeutschland mit einer Minderung von 40% erreicht worden.

Ein Folgeprotokoll (2. Schwefelprotokoll) mit erheblich schärferen Pflichten ist am 14. Juni 1994 in Oslo unterzeichnet worden. Das Protokoll legt ECE-weit länderspezifische Minderungspflichten für maximale nationale SO_2-Emissionsfrachten fest. Deutschland hat sich zu einer Verminderung der SO_2-Emissionen bis zum Jahr 2000 gegenüber 1980 um 83% und bis 2005 um 87% verpflichtet.

Für die meisten westeuropäischen Länder enthält das Oslo-Protokoll Minderungspflichten von 70 bis 80% und für osteuropäische Länder 40 bis 50% bis zum Jahr 2000. Es ist das erste Protokoll zum Luftreinhalteübereinkommen, das wesentlich auf dem Konzept der Critical Loads und Levels basiert. Damit konnten erstmalig die Maßnahmen zur Minderung von luftgetragenen Schadstoffen an einem Umweltqualitätsziel orientiert werden. Das Critical Loads-Konzept ermöglicht die Beurteilung des Gefährdungspotentials von eingebrachten Schadstoffen gegenüber Ökosystemen (vgl. Abschnitt 3.1.3.2.1).

3.1.6.2.2 Stickstoff

Zur Verminderung der NO_x-Emissionen fordert das ECE-Protokoll von Sofia (31. Oktober 1988) bis 1994 eine Stabilisierung der Emissionen auf dem Stand von 1987. Deutschland, neben 12 weiteren Staaten, hatte sich darüber hinausgehend zu einer Minderung der NO_x-Emissionen um 30% bis 1998 verpflichtet. Das Stabilisierungsziel der ECE konnte 1994 erreicht werden. Die Stabilisierungsverpflichtung für 1994 wurde von Deutschland nicht nur realisiert, sondern mit einer Minderung um rund 15% übertroffen.

3.1.6.2.3 Flüchtige organische Verbindungen (VOC)

Das VOC-Protokoll (VOC = Volatile Organic Compounds) wurde am 18. November 1991 in Genf von 21 Vertragsstaaten gezeichnet, ist bislang allerdings erst von 13 Staaten ratifiziert worden. In Deutschland wurde es mit Gesetz vom 05. September 1994 in nationales Recht umgesetzt und damit ratifiziert. Es kann erst in Kraft treten, wenn insgesamt 16 Vertragsstaaten ratifiziert haben.

Die wichtigste Bestimmung des Protokolls ist die Verminderung der jährlichen nationalen Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bis 1999 um mindestens 30% gegenüber dem Niveau von 1988 oder eines anderen Jahres zwischen 1984 und 1990. Die Bundesrepublik Deutschland hat 1988 als Basisjahr vorgesehen.

Dieses Protokoll sieht erstmals die internationale Prüfung der Effektivität der vereinbarten Maßnahmen vor.

3.1.6.2.4 Schwermetalle

Im Rahmen des Genfer Luftreinhalteabkommens wird ein Protokoll zur Verminderung grenzüberschreitender Schwermetallemissionen vorbereitet. Eine Vorbereitungsgruppe hierzu steht unter deutschem Vorsitz.

3.1.6.2.5 Persistente Organische Verbindungen (POP)

POP's werden in der Regel weiträumig über die gesamte Hemisphäre transportiert und über die verschiedenen Stufen der Nahrungskette angereichert. Erste Effekte konnten speziell in den nördlichsten

Gebieten Europas und Nordamerikas unter anderem auch an höheren Säugetieren nachgewiesen werden. Das Problem hat insbesondere bei einigen sehr gefährlichen Stoffen bereits ein Ausmaß erreicht, daß in einzelnen Ländern Verbotsverordnungen und -einschränkungen für Herstellung und Anwendung dieser Stoffe erlassen worden sind. Auch internationale Gremien wie OSPARCOM und HELCOM sowie die Internationale Nordseeschutzkonferenz haben sich bereits mit der Verminderung einzelner Substanzen befaßt.

Im Rahmen des Genfer Luftreinhalteübereinkommens wird ein Protokoll zur Begrenzung und Vermeidung dieser Luftverunreinigungen vorbereitet.

3.1.6.2.6 Espoo-Konvention

Das ECE-Übereinkommen über die Umweltverträglichkeitsprüfung im grenzüberschreitenden Rahmen wurde am 25. und 26. Februar 1991 in Espoo (Finnland) von 25 Staaten (darunter alle EG-Mitgliedstaaten) sowie der EG gezeichnet. Es ist bisher von elf Staaten ratifiziert worden. Zum Inkrafttreten des Übereinkommens bedarf es der Ratifikation von 16 Mitgliedstaaten.

Das Übereinkommen sieht die Pflicht zur Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung für bestimmte, in Anhang I zum Übereinkommen aufgeführte Vorhaben vor, soweit diese voraussichtlich eine erhebliche grenzüberschreitende Beeinträchtigung zur Folge haben.

Die erfaßten Vorhabentypen sind weitgehend mit den durch das UVP-Gesetz erfaßten Vorhabentypen identisch; im Gegensatz zur Regelung des UVP-Gesetzes sind in der Konvention zumeist keine Schwellenwerte vorgesehen. Erfaßt sind auch bestimmte genehmigungsbedürftige Anlagen nach dem BImSchG.

Das Übereinkommen regelt die Durchführung der UVP nicht im einzelnen. Im Fall des Vorliegens eines durch Anhang I erfaßten Vorhabens mit erheblichen grenzüberschreitenden Beeinträchtigungen ist jedoch folgendes sicherzustellen:

- Der Ursprungsstaat, auf dessen Gebiet das Vorhaben gelegen ist, hat den betroffenen Staat frühzeitig über das Vorhaben zu informieren und ihm Unterlagen hierzu zur Verfügung zu stellen.
- Auch die Öffentlichkeit des betroffenen Staates ist zu informieren. Einzelheiten der grenzüberschreitenden Öffentlichkeitsbeteiligung sowie Übersetzung und Kosten sind in der Konvention nicht geregelt. Die Öffentlichkeit des betroffenen Staates muß Gelegenheit zur Äußerung von Einwänden sowie zur Übermittlung dieser Einwände/Stellungnahmen an den Ursprungsstaat in einem Umfang haben, welcher der innerstaatlichen Beteiligung der Öffentlichkeit im Ursprungsstaat gleichwertig ist.
- Der Ursprungsstaat hat mit dem betroffenen Staat Konsultationsgespräche über die möglichen grenzüberschreitenden Auswirkungen des Vorhabens aufzunehmen.
- Der Ursprungsstaat übermittelt dem betroffenen Staat die endgültige Entscheidung über die beabsichtigte Tätigkeit sowie die Begründungen und Überlegungen, die zu der Entscheidung führten.

Das Übereinkommen geht aufgrund der Pflicht zu einer grenzüberschreitenden Öffentlichkeitsbeteiligung sowie zur grenzüberschreitenden Konsultation über Artikel 7 der UVP-Richtlinie hinaus.

3.1.6.3 UN-weite Zusammenarbeit

3.1.6.3.1 Klimarahmenkonvention

Die Klimarahmenkonvention wurde anläßlich der UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro 1992 von mehr als 150 Staaten gezeichnet. Sie ist am 21. März 1994 in Kraft getreten und wurde von rd. 150 Staaten (Stand: Dezember 1995) einschließlich der EU ratifiziert. Mit der Klimarahmenkonvention ist eine völkerrechtlich verbindliche Basis zum globalen Klimaschutz geschaffen worden. Letztliches Ziel der Konvention ist die Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau, das eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert. U. a. sind nach der Konvention die Industrieländer zur Rückführung ihrer Treibhausgasemissionen bis 2000 auf das Niveau von 1990 verpflichtet.

Anlaß zur Sorge gibt die Tatsache, daß die Gehalte natürlicher Atmosphärenbestandteile und weiterer, in der natürlichen Atmosphäre nicht enthaltener treibhauswirksamer Gase durch menschliche Aktivitäten anwachsen. Hierdurch wird zusätzlich zum natürlichen ein weiterer anthropogener Treibhauseffekt ausgelöst, der einen Anstieg der Temperaturen im globalen Mittel bewirkt. Die wichtigsten klimawirksamen Gase sind Kohlendioxid (CO_2), Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) sowie Halone, Methan (CH_4), Distickstoffoxid (Lachgas; N_2O) und Ozon (O_3). Weitere Gase sind perfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe (FKW, darunter insbesondere CF_4 und C_2F_6), Schwefelhexafluorid (SF_6), teilhalogenierte FCKW (H-FCKW), wasserstoffhaltige FKW sowie Wasserdampf aus dem Flugverkehr; Sulfat-Aerosole wirken dem Treibhauseffekt entgegen. Die Bildung von Ozon in der Troposphäre erfolgt ausschließlich chemisch aus den Vorläufersubstanzen nicht-methanhaltige flüchtige organische Verbindungen (NMVOC), Methan (CH_4), Kohlenmonoxid (CO) und Stickoxide (NO_x).

Zur Umsetzung und Weiterentwicklung der Klimarahmenkonvention finden jährlich Vertragsstaatenkonferenzen statt. Deutschland war Gastland der 1. Vertragsstaatenkonferenz vom 28. März bis 7. April 1995 in Berlin. Wichtigstes Ergebnis dieser Konferenz ist das „Berliner Mandat" für Verhandlungen über verschärfte Verpflichtungen zur Treibhausgasbegrenzung und -reduktion, die bis zur 3. Vertragsstaatenkonferenz 1997 abgeschlossen werden sollen. Insbesondere sollen für Industrieländer Politiken und Maßnahmen erarbeitet sowie quantifizierte Begrenzungs- und Reduktionsziele für Treibhausgasemissionen hinsichtlich bestimmter Zeithorizonte wie 2005, 2010 und 2020 festgelegt werden. Mit den Verhandlungen wurde eine neu eingesetzte Arbeitsgruppe

beauftragt (Ad hoc-Arbeitsgruppe zum Berliner Mandat).

Die jährlichen Vertragsstaatenkonferenzen werden von zwei neu eingesetzten Nebenorganen vorbereitet, zum einen dem Nebenorgan für wissenschaftliche und technologische Beratung und zum anderen dem Nebenorgan für die Durchführung des Übereinkommens.

Als wissenschaftliche Informationsbasis für die Organe der Klimarahmenkonvention dient der Zwischenstaatliche Ausschuß über Klimaänderungen (IPCC). IPCC hat – nach seinem Ersten Sachstandsbericht von 1990 – im Dezember 1995 einen zweiten Sachstandsbericht zu allen Fragen des Klimaschutzes verabschiedet.

Gelingt es nicht, wirksame Maßnahmen zur Emissionsminderung in die Wege zu leiten, ist nach dem neuesten Bericht des IPCC mit erheblichen Auswirkungen zu rechnen, u. a. mit dem Anstieg der mittleren globalen Lufttemperatur um 1–3,5 °C bis 2100 (beste Schätzung: +2 °C), dem Anstieg des Meeresspiegels bis 2100 im Mittel von 15–95 cm (beste Schätzung: 50 cm), mit größeren Änderungen der Vegetation bei einem Drittel der Waldfläche im globalen Mittel, mit einer Erhöhung des Risikos von Hungersnöten in einigen Gebieten und mit vielfältigen und meist negativen Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit, z. B. einer deutlichen Zunahme von Todesfällen u. a. durch Infektionskrankheiten.

In diesem Zusammenhang wird auf den „1. Bericht der Regierung der Bundesrepublik Deutschland nach dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen" vom September 1994 (Drucksache 12/8556) verwiesen. Dieser enthält eine Bestandsaufnahme der Emissionen klimarelevanter Treibhausgase einschließlich deren Festlegung in Speichern (Wäldern), eine Darstellung möglicher Auswirkungen von Klimaänderungen sowie eine umfassende Gesamtdarstellung der Klimavorsorgepolitik der Bundesregierung.

3.1.6.3.2 Zusammenarbeit mit der Weltgesundheitsorganisation (WHO)

Innerhalb der internationalen Zusammenarbeit unterstützt die Bundesregierung die übergreifenden Programme der Weltgesundheitsorganisation (WHO). u. a. konzentriert sich das Ziel 21 des WHO-Programms Gesundheit für alle bis zum Jahr 2000 darauf, den „Schutz aller Menschen in der WHO Region Europa vor gesundheitlichen Risiken durch Luftverunreinigungen" zu erreichen.

Kooperationen in der WHO Region Europa
Concern for Europe's Tomorrow

Ausgehend von der ersten Europäischen Konferenz von Umwelt- und Gesundheitsministern im Dezember 1989 wurde das Programm „Concern for Europe's Tomorrow" gestartet und Anfang 1994 mit 50 beteiligten Mitgliedern der WHO in Europa zu einem vorläufigen Abschluß gebracht. Das Programm diente als wesentliche Grundlage für den „Europäischen Aktionsplan Umwelt und Gesundheit (EHAPE)", der während der Zweiten Europäischen Konferenz für Umwelt und Gesundheit im Sommer 1994 von den Mitgliedstaaten unterzeichnet wurde.

Luftgüteüberwachung

Zur Realisierung dieses Ziels wird u. a. einer einheitlichen Luftüberwachungsstrategie besondere Bedeutung geschenkt. Damit eine maximale Austauschbarkeit europaweiter Meßdaten erreicht werden kann, stehen Kontroll- und Bewertungsmaßnahmen der Luftqualität in Form einer Harmonisierung von Meßmethoden und Protokollen nach standardisierten Verfahren für Probenahmen und Analysen im Vordergrund, um eine konstante Zuverlässigkeit, Vergleichbarkeit, Sorgfalt und Präzision zu erhalten. In diesem Zusammenhang wird als eine Qualitätssicherungsmaßnahme die Organisation von und die Teilnahme an nationalen wie internationalen Ringversuchen zu Luftqualitätsmessungen besonders betont.

Qualitätssicherungsmaßnahmen

Der Harmonisierungsprozeß erhält ein besonderes Gewicht durch die politischen Umwälzungen der letzten Jahre, die Öffnung Osteuropas und den damit verbundenen Zuwachs von 32 auf 50 Mitgliedstaaten der WHO Region Europa und stellt somit eine Herausforderung auf dem Gebiet der internationalen Kontrolle und Bewertung der Luftqualität dar. Während westeuropäische Länder die Vergleichbarkeit ihrer Ergebnisse bereits in zahlreichen Ringversuchen an Prüfgasen getestet haben (u. a. im Zentrallabor der EU in Ispra/Italien, im Labor des Umweltbundesamtes in Offenbach/Main und im Technikum des Landesumweltamtes des Landes Nordrhein-Westfalen, Essen), konnten in den osteuropäischen Ländern Ringversuche an vergleichbaren Anlagen bisher nicht durchgeführt werden.

Das WHO-Zentrum zur Überwachung der Luftgüte und Bekämpfung der Luftverschmutzung des Institutes für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Umweltbundesamtes startete 1994 hierzu in Kooperation mit dem Landesumweltamt des Landes Nordrhein-Westfalen (LUA) ein Unterstützungsprogramm „Internationale Ringversuche zu Luftqualitätsmessungen". Bereits mit den ersten Vergleichsmessungen konnten osteuropäische Meßinstitute an den Standard ihres westeuropäischen Partners herangeführt werden.

Basierend auf den internationalen Kontakten der an den Qualitätssicherungsprogrammen beteiligten Nationen wurde 1994 das Erhebungsprojekt „Survey of National, Regional and Local Air Monitoring Networks" gestartet. Ziel dieses Projektes ist eine möglichst umfassende Bestandsaufnahme von Luftqualitätsmeßnetzen in der WHO Region Europa. Das gilt für die Bereiche der kontinuierlichen und diskontinuierlichen Messungen, des Parameterspektrums, der räumlichen und zeitlichen Meßwerterfassung, der Meßmethoden und -geräte sowie die Integration in weiteren Meßprogrammen. Innerhalb dieses Projektes ist eine Zusammenarbeit mit der Europäischen Union, i. e. S. der Europäischen Umweltagentur, geplant.

3.1.6.3.3 Atmosphärische Einträge in die Randmeere (Nordsee/Ostsee)

Atmosphärische Einträge können zu einem erheblichen Teil zur Belastung von Randmeeren beitragen, deren Einzugsgebiete dicht besiedelt sind. So wurden von den Kommissionen von Oslo und Paris für das Jahr 1990 folgende Einträge über den Wasser- bzw. den Luftpfad in die Nordsee geschätzt.

	Cd [t]	Hg [t]	Cu [t]	Pb [t]	Zn [t]	γ-HCH [t]	Gesamt N [kt]
Wasserpfad	31–50	20–24	1 300–1 400	820–890	6 800–6 900	1,1–1,3	900–920
Luftpfad	32	2,5	321	960	2 700	4	400

Nordsee

Am 22. September 1992 wurde das „Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks" (OSPAR-Konvention) von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Irland, Island, Luxemburg, den Niederlanden, Norwegen, Portugal, Spanien, Schweden, Schweiz und der Europäischen Gemeinschaft unterzeichnet. Das Übereinkommen schreibt vor, daß das Vorsorgeprinzip und die Konzepte „Stand der Technik" und „Beste Umweltpraxis" auf alle Bereiche angewendet werden, die zur Verschmutzung der Meeresumwelt des Nordostatlantiks beitragen. Diese Bereiche beinhalten u. a. Luftemissionen vom Lande aus und durch Offshore-Aktivitäten sowie ein Verbot der Verbrennung auf See.

Die Umsetzung des Übereinkommens und die Überwachung der Einhaltung der Beschlüsse erfolgt unter deutscher Beteiligung in den Arbeitsgruppen:

- INPUT (Working Group on Inputs to the Marine Environment), in welcher die Emissionen und Immissionen (Einträge) in die Luft und das Wasser jährlich zusammengestellt und bewertet werden.
- POINT (Working Group on Point Sources), in welcher Empfehlungen und Beschlußvorlagen zur Definition des Standes der Technik und besten Umweltpraxis für Punktquellen verschiedener Industriebranchen einschließlich Emissionsgrenzwerten ausgearbeitet werden.
- DIFF (Working Group on Diffuse Sources), in welcher für diffuse Quellen Empfehlungen und Beschlußvorlagen zur Definition des Standes der Technik und besten Umweltpraxis im Anwendungsbereich (z. B. Pflanzenschutzmittel) ausgearbeitet werden.

Im Rahmen der 3. Internationalen Nordseeschutz-Konferenz (1990) einigten sich die Nordseeanliegerstaaten darauf, basierend auf dem Jahr 1985, den Eintrag von 17 toxischen Luftschadstoffen bis 1995 oder spätestens bis 1999 um mindestens 50 % oder mehr zu mindern, sofern der Stand der Technik dieses zuläßt. Bei den aufgelisteten Substanzen handelt es sich um Spurenelemente und organische Verbindungen. Die 50 %-Reduzierung wird von Deutschland bei Luftemissionen der Spurenelemente Cadmium, Zink, Blei, Arsen und Nickel bereits 1995 erreicht, nicht aber bei Quecksilber, Kupfer und Chrom. Hinsichtlich der organischen Verbindungen wurde im fraglichen Zeitraum in Deutschland der Einsatz von Pentachlorphenol und Hexachlorbenzol ganz und von Tetrachlorkohlenstoff fast vollständig eingestellt. Hinsichtlich γ-HCH, Trichlorethylen, Tetrachlorethylen und Trichlorethan werden in Deutschland Reduzierungen von ≥50 % erwartet. Für Trichlorbenzol liegen keine deutschen Daten vor.

Darüber hinaus wurde eine Minderung in Höhe von 70 % oder mehr des Gesamteintrages (alle Eintragspfade) des Jahres 1985 bis zum Jahr 1995 von solchen Substanzen beschlossen, die eine besondere Gefahr für die Meereumwelt darstellen, mindestens aber für Dioxine, Quecksilber, Cadmium und Blei, vorausgesetzt, daß der Stand der Technik oder weitergehende Techniken solche Minderungen ermöglichen.

Die 70 %-Reduzierung wird von Deutschland bis 1995 bei Cadmium und Blei erreicht, aber nicht bei Quecksilber. Hinsichtlich der Reduzierung von Dioxin-Emissionen ist die Datenlage unvollständig. Reduzierungen von ≥50 % der Emissionen von Dioxin in die Luft konnten in Deutschland im angesprochenen Zeitraum erreicht werden für Sinteranlagen (von 1993 nach 1994 65 %), die Abfallverbrennung (von 1988 nach 1993 ≥62 %, Schätzung für Gesamtperiode 1985–1995: 99 %) und den Verkehrsbereich (50 % zwischen 1990 und 1992).

Die 4. Internationale Nordseeschutz-Konferenz hat im Juni 1995 beschlossen, weitere Maßnahmen zu treffen, um bis zum Jahr 2000 die bisher nicht erfüllten Ziele der 3. Internationalen Nordseeschutz-Konferenz umzusetzen. Ferner sollen bis zum Jahr 2000 international weitere Empfehlungen zum Stand der Technik und der besten Umweltpraxis für bislang nicht abgedeckte Wirtschaftsbereiche beschlossen werden.

Ostsee

Die Helsinki-Konvention (1974) wurde 1992 der modernen umweltpolitischen Entwicklung angepaßt. U. a. wurden Vorsorgeprinzip, Verursacherprinzip, Stand der Technik und beste Umweltpraxis neu in den Konventionstext aufgenommen. Die Überwachung der Luftverunreinigung im Rahmen dieser Konvention soll nunmehr mit den entsprechenden Aktivitäten des Genfer Luftreinhalteabkommens im

Programm EMEP (European Monitoring and Evaluation Program) zusammengefaßt werden.

3.1.6.4 Bilaterale Zusammenarbeit

Zusammenarbeit mit Nordamerika

Auf dem Gebiet der Luftreinhaltung wurde die wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit mit der Umweltbehörde EPA der Vereinigten Staaten und dem kanadischen Umweltministerium sowie dem Umweltministerium der Provinz Ontario bei der Modellierung der großräumigen Luftverunreinigungen (sauren Substanzen, Photooxidantien, toxische Substanzen) mit dem im EUROTRAC Programm verwendeten RADM-Modell und dem deutsch-kanadischen ADOM-Modell fortgesetzt. Insbesondere der regelmäßig in Deutschland und in den USA abgehaltene Erfahrungsaustausch über die Methodologie zur Bekämpfung der bodennahen Ozonkonzentrationen in Europa und Nordamerika, zuletzt 1994 in North Carolina, sollte dazu beitragen, die deutschen Maßnahmenplanungen auf der Grundlage des internationalen Kenntnisstandes zu entwickeln.

Umweltvereinbarungen mit Mittel- und Osteuropa

Die Bundesregierung bemüht sich mit Nachdruck um eine intensive und kontinuierliche Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Umweltschutzes mit anderen Staaten. Ziel dieser Bemühungen ist es, auf der Grundlage bilateraler Übereinkünfte zu einer Verbesserung insbesondere auch der Luftqualität zu kommen.

Umweltabkommen bestehen mit Albanien (1992), Bulgarien (1989), Estland (1992), Lettland (1993), Litauen (1993), Polen (1989), Rumänien (1993), Rußland (1992), ehemalige Tschechoslowakei (1987), Ukraine (1993) und Ungarn (1993).

Eine Novellierung der Abkommen mit der Tschechischen Republik ist beabsichtigt. Gegenstand dieser Abkommen ist es u. a., im Rahmen der Untersuchung schädlicher Einwirkungen auf die Umwelt bei der Ausarbeitung von Lösungen und Maßnahmen zu deren Verringerung zusammenzuarbeiten. Die Abkommenstexte enthalten jeweils die Grundlagen, die Themenschwerpunkte sowie Regelungen über die Formen und weitere Modalitäten der Zusammenarbeit.

Nach Herstellung der deutschen Einheit gilt es insbesondere, die Beziehungen zu unseren Nachbarn in Polen und Tschechien neu zu organisieren. Auf deutschen Vorschlag beschlossen die Umweltminister Deutschlands und Polens die Einrichtung eines deutsch-polnischen Umweltrates. Ein entsprechendes Regierungsabkommen wurde am 17. Juni 1991 zugleich mit dem Staatsvertrag über gute Nachbarschaft und partnerschaftliche Zusammenarbeit unterzeichnet. Der deutsch-polnische Umweltrat hat unter anderem die Aufgabe, die Zusammenarbeit bei Erfassung und Beseitigung von Umweltbelastungen in der Grenzregion zu leiten. Er hat hierzu eine Regierungskommission für die nachbarschaftliche Zusammenarbeit in Umweltfragen eingerichtet, die Vorschläge für eine umweltverträgliche Entwicklung der Grenzregion erarbeiten, auf der Grundlage einer Zustandsbeschreibung einen grenzüberschreitenden Handlungsplan für Umweltschutz aufstellen und Vorschläge zu konkreten Maßnahmen in Schwerpunktgebieten entwickeln wird.

Gemeinsames Vorgehen wurde mit Polen und der Tschechischen Republik zur Verringerung der Luftschadstoffemissionen im sogenannten „Schwarzen Dreieck" vereinbart, dem Gebiet, das durch die Industrieregionen Sachsens, Böhmens und Oberschlesiens gebildet wird. Eine deutsch-polnisch-tschechische Arbeitsgruppe bildet den Rahmen für einen abgestimmten Umweltschutz und die Zusammenarbeit in den grenznahen Regionen.

Auf der Grundlage einer Zustandsbeschreibung ist es gelungen, einen grenzüberschreitenden Handlungsplan für den Umweltschutz zu erstellen und Vorschläge für konkrete Maßnahmen in Schwerpunktbereichen zu entwickeln. Darüber hinaus ist ein grenzüberschreitendes Überwachungssystem aufgebaut worden, der noch in diesem Jahr in Betrieb geben soll. Die Europäische Kommission unterstützt mit Mitteln der PHARE-Programms kommunale Vorhaben mit grenzüberschreitender Wirkung.

3.1.6.5 Technische und Finanzielle Hilfe

Zur Unterstützung des Reformprozesses in Mittel- und Osteuropa hat die Bundesregierung am 18. März 1993 das Transform-Programm beschlossen.

Mit dem Transform-Programm soll der Aufbau von Demokratie und sozialer Marktwirtschaft in den Staaten Mittel- und Osteuropas sowie den Neuen Unabhängigen Staaten gefördert werden. Zur Verbesserung der Luftgüte in den betroffenen Staaten und zur Vermeidung der grenzüberschreitenden Luftbelastung hat die Bundesregierung eine Reihe von Vorhaben initiiert und durchgeführt:

- Studie Nutzung der Windenergieressourcen in der Republik Estland
- Seminar Rationelle Energieanwendung, Slowakei
- Seminar Energie und Umwelt, Tschechien
- Workshop Umwelt und Energie, Ukraine
- Workshop Business Opportunities in Reducing Energy-Related Greenhouse Gas Emissions
- Workshop on Inventories of Anthropogenic Emissions and Removals of Greenhouse Gases for Central and Eastern Europe
- Seminare Umwelttechnik im Bereich der Primärenergieerzeugung.

Das Programm soll bis 1998 fortgeführt werden.

Dabei wird der Schwerpunkt auf Maßnahmen zum Klimaschutz gelegt werden.

Die Bundesregierung beteiligt sich im Rahmen der Förderung von Demonstrationsvorhaben an der Finanzierung von Pilotprojekten zur Luftreinhaltung. So wurden zum Aufbau des Luftmeßnetzes der Stadt Budapest von der Bundesregierung 1,5 Mio. DM zur Verfügung gestellt. Diese Mittel dienen u. a. zur

Anschaffung einer mobilen Meßstation und erforderlicher Laboranalysegeräte zur Beurteilung von Umweltproben. Die Geräte wurden Mitte 1991 geliefert.

Auch am Aufbau eines Meßnetzes der Stadt Sofia beteiligt sich die Bundesregierung in Form eines Zuschusses in Höhe von 0,9 Mio. DM für die Einrichtung einer zentralen Meßstation mit Analysegeräten für Luftverunreinigungen, Einrichtungen für meteorologische Messungen und Probenahmesysteme.

3.2 Lärmbekämpfung

Der Stand der Lärmbekämpfung im Verkehrsbereich ist im wesentlichen im Abschnitt 2.3 dargestellt. Daher beschränken sich die folgenden Ausführungen auf den Industrie-, Gewerbe- und Freizeitbereich sowie militärische Einrichtungen.

3.2.1 Stand und Entwicklung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Geräusche

Die Betroffenheit der Bevölkerung durch Lärm ist nach wie vor groß. Hauptquellen sind der Straßen- und Luftverkehr. Repräsentativen Umfragen im Auftrage der Bundesregierung zufolge fühlten sich 1994 durch Straßenverkehrslärm rund 70 % der Bevölkerung (22 % stark belästigt, 47 % nicht so stark belästigt) des gesamten Bundesgebietes und rund 40 % durch Fluglärm (8 % stark belästigt, 33 % nicht so starkt belästigt) belästigt. Die Zahlen für Schienenverkehrs- und Industrielärm liegen mit ca. 20 % deutlich niedriger (3 % stark belästigt, 18 % nicht so stark belästigt).

Lärm führt zu vielfältigen Beeinträchtigungen menschlicher Aktivitäten. Besonders betroffen sind die Kommunikation, die Erholung und Entspannung innerhalb und außerhalb der Wohnung und konzentriertes Arbeiten. Neuere Untersuchungen weisen darauf hin, daß lärmbedingte Streßreaktionen auch zu einer Erhöhung des Risikos für Herz-Kreislauf-Erkrankungen beitragen können.

Die Entwicklung der Geräuschbelastung der Bevölkerung ist durch unterschiedliche Trends geprägt. Einerseits steigt die Zahl der Lärmquellen weiterhin an, und die zeitliche und räumliche Verbreitung der Lärmquellen insbesondere im Verkehrs- und Freizeitbereich nimmt zu. Hierdurch wird ruhiges Wohnen zu einem immer wertvolleren Gut. Andererseits sind in Teilbereichen Verbesserungen eingetreten. So ist z. B. die Zahl der Tempo-30-Zonen in Wohngebieten stark gestiegen, und die Lärmschutzbereiche an den Verkehrsflughäfen sind kleiner geworden. Auch die Erfolge der technischen Lärmminderung bei Anlagen und Geräten haben vielerorts zu Entlastungen geführt.

3.2.1.1 Militärische Einrichtungen

Zur Zeit gibt es im gesamten Bundesgebiet ca. 200 Standortschießanlagen bzw. -übungsplätze und 29 Truppenübungsplätze. An diesen Anlagen können insbesondere folgende Störquellen zu erheblichen Lärmbelästigungen führen:

- Fahrzeuglärm,
- impulshaltiger Schießlärm,
- tieffrequenter und impulshaltiger Knall schwerer Waffen bzw. Detonationen,
- Fluglärm.

Für 10 der 29 Truppenübungsplätze liegen Schallimmissionspläne vor, die Aufschluß über die bestehenden oder zu erwartenden Geräuschbelastungen geben.

3.2.1.2 Industrie und Gewerbe, Baustellen

Wie die Gegenüberstellung der Belästigungszahlen in Abschnitt 3.2.1 ausweist, stellen Industrie- und Gewerbelärm im Vergleich zum Verkehrslärm ein geringeres Umweltproblem dar. Aufgrund der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm), die örtlich und zeitlich gestaffelte Immissionsrichtwerte und die Einhaltung des Standes der Technik vorschreibt, und der Vorschriften zum Arbeitsschutz und des Bauplanungsrechts sind Industrie- und Gewerbebetriebe in den letzten Jahrzehnten spürbar leiser geworden.

Unzumutbare Lärmbelästigungen sind heute vor allem bedingt durch heranrückende Wohnbebauung (Planungsfehler), Nachtarbeit (Schichtwechsel), Verlade- und Transportvorgänge, Arbeiten im Freien sowie die Kumulation von lärmenden Anlagen (Großbetriebe).

Durch die Förderung von Forschungs-, Entwicklungs- und Investitionsvorhaben konnte der Stand der Lärmminderungstechnik in den letzten Jahren bei einer Reihe von Anlagen verbessert werden. Auch durch die Arbeiten des DIN und VDI wird die Lärmminderungstechnik vorangetrieben.

Zu den lästigsten Lärmquellen gehören Baustellen, da Baumaschinen häufig in der Nähe von Wohnungen betrieben werden.

Im Berichtszeitraum sind bei der Entwicklung und Markteinführung lärmarmer Baumaschinen deutliche Fortschritte erzielt worden. Zur Zeit werden 170 Baumaschinentypen angeboten, die mit dem Umweltzeichen ausgezeichnet sind. Derartige Baumaschinen emittieren ganz überwiegend nur noch 10 % der Schallenergie herkömmlicher Geräte.

Der Einsatz dieser Baumaschinen in besonders lärmsensiblen Gebieten führt zu einer deutlichen Entlastung der Betroffenen, vor allem bei der Nachtarbeit.

Lärmarme Baumaschinen sind bei den gängigen Baumaschinenarten auch in den hohen Leistungsklassen verfügbar. Es ist daher möglich geworden, lärmarme Baustellen ausschließlich mit entsprechend lärmarmen Baumaschinen zu betreiben. Die für Baumaschinen vorgeschriebene Geräusch-Kennzeichnung erlaubt es dem Käufer und Betreiber, die für ihn geeigneten Maschinen auszuwählen.

Durch eine verstärkte Berücksichtigung des Schutzes vor Baulärm in der Planungs- und Ausschreibungs-

phase kann die Geräuschbelastung der Anwohner in der Nachbarschaft von Baustellen auf ein Minimum reduziert werden. Vor allem für öffentliche Auftraggeber gibt es im Standardleistungsbuch vorformulierte Texte zum Baulärmschutz bei der Ausschreibung von Baustelleneinrichtungen, mit denen alle notwendigen Leistungen zum Schutz gegen Baulärm entsprechend den gültigen Ausschreibungsregeln aufgelistet werden können.

3.2.1.3 Wohn-, Nachbarschafts- und Freizeitlärm

Wohn- und Nachbarschaftslärm gibt relativ häufig Anlaß zu Klagen und Beschwerden. So fühlten sich repräsentativen Umfragen zufolge 1994 rund 20% der Bevölkerung im gesamten Bundesgebiet durch den Lärm der Nachbarn belästigt. Wichtiger Grund für die starke Störwirkung ist der meist relativ niedrige Grundgeräuschpegel in den Wohnungen und das erhöhte Ruhebedürfnis. Dabei reagieren die Menschen auf die verhaltensbedingten oder technischen Geräusche aus Nachbarwohnungen wesentlich empfindlicher als auf Geräusche, die von außen eindringen.

Die zunehmende Ausstattung der Haushalte mit Haushalts-, und Hobbygeräten, z. B. Stereoanlagen, Waschmaschinen, elektrischen Heimwerkergeräten und motorbetriebenen Gartengeräten, läßt ein weiteres Ansteigen der Lärmbelastung im Wohnbereich befürchten.

Geräusche von Sport- und Freizeitanlagen führen nicht selten zu Konflikten in der Nachbarschaft, wenn die Abstände zwischen empfindlichem Wohngebiet und Anlage gering sind. Dabei verursachen nicht nur die eigentlichen Sportgeräusche Probleme, sondern auch die mit dem Betrieb der Sportanlage zusammenhängenden Nebengeräusche wie An- und Abfahrtverkehr, Lautsprecherdurchsagen und Besucherverhalten. Seit dem Inkrafttreten der Achtzehnten Verordnung zur Durchführung des BImSchG (Sportanlagenlärmschutzverordnung – 18. BImSchV) hat sich die Lage in diesem Konfliktbereich deutlich entspannt.

3.2.2 Maßnahmen zur Lärmbekämpfung

Die Bundesregierung stützt ihre Lärmschutzpolitik auf folgende Grundsätze:

- Bekämpfung des Lärms an der Quelle, insbesondere durch die Weiterentwicklung des Standes der Lärmminderungstechnik,
- Vorrang lärmbewußter Planung vor nachträglicher Sanierung,
- Nutzung marktwirtschaftlicher Mechanismen,
- Fortschreibung international abgestimmter Regelungen, ggf. Ergänzung durch nationale Maßnahmen,
- Förderung der Eigeninitiative der Bürger und Entscheidungsträger zum lärmbewußten Verhalten und Handeln durch Aufklärung und Information.

Wirksamer Schutz vor Lärm ist meist nur durch integrierte Maßnahmen zu erreichen, die technische, planerische, administrative Mittel und Mittel der Aufklärung umfassen.

3.2.2.1 Rechtliche Maßnahmen

Im Berichtszeitraum wurden die rechtlichen Rahmenbedingungen insbesondere durch die Novellierung des BImSchG sowie durch den Erlaß und die Änderung hierauf gestützter Vorschriften verbessert (s. auch Abschnitt 2.3).

Lärmminderungspläne

Durch die Einführung des § 47 a in das BImSchG sind 1990 die Gemeinden oder die nach Landesrecht zuständigen Behörden verpflichtet worden, unter bestimmten Voraussetzungen Lärmminderungspläne aufzustellen.

Die Bundesregierung hat in Zusammenarbeit mit den Ländern Niedersachsen und Brandenburg in Modellvorhaben die Vorgehensweise bei der Aufstellung von Schallimmissions- und Lärmminderungsplänen und bei der Vorbereitung von Minderungsmaßnahmen entwickeln und erproben lassen.

Zahlreiche praktische Erfahrungen aus diesen Modellvorhaben sind in eine Musterverwaltungsvorschrift eingeflossen, die der LAI im April 1992 verabschiedet hat. In dieser Musterverwaltungsvorschrift wird u. a. geregelt,

- bei welchen Geräuschbelastungen die Kommunen zur Aufstellung von Lärmminderungsplänen verpflichtet sind,
- wie die Geräuschbelastungen im einzelnen ermittelt werden,
- welche Ziele bei der Aufstellung von Lärmminderungsplänen zu verfolgen sind und welche Belange hierbei berücksichtigt werden sollten.

Einige Bundesländer, z. B. Niedersachsen, Hessen, Nordrhein-Westfalen, Thüringen, Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg haben inzwischen Verwaltungsvorschriften zur Durchführung des § 47 a BImSchG auf der Grundlage der Musterverwaltungsvorschrift erlassen.

Um die praktische Umsetzung der Ergebnisse der Modellvorhaben in den Kommunen zu fördern, hat das Umweltbundesamt das Handbuch Lärmminderungspläne herausgegeben.

Militärische Einrichtungen

Bei Standortschießanlagen in der Nähe von bewohnten Gebieten sind Überbauungen mit Kassettendekken vorgenommen worden, mit denen eine erhebliche Lärmminderung (bis zu 15 dB(A)) erreicht werden konnte. Für die Truppenübungsplätze sind 1993 vom Bundesministerium der Verteidigung nach abschließender Beratung im Deutschen Bundestag das Truppenübungsplatzkonzept festgelegt und das Nutzungskonzept für Truppenübungsplätze in Deutschland erlassen worden. Im Zuge der Realisierung dieser Konzepte wird auf der Grundlage der militäri-

schen Nutzungsvorgaben u. a. eine Verringerung der Nutzungsintensität eingeleitet durch:

- Reduzierung der zum Üben und Schießen vorgesehenen Nutzungstage von bisher bis zu 365 Tagen auf 257 Tage im Jahr,
- eine vierwöchige „ökologische Sommerpause" in den Schulferien des jeweiligen Bundeslandes,
- zwei einwöchige Instandsetzungszeiten sowie
- eine Reduzierung der Rahmenschießzeiten durch:
  - Begrenzung der Schießzeit auf maximal acht Stunden pro Tag von montags bis donnerstags,
  - Schießen freitags nur bis 14.00 Uhr,
  - Schießen an Samstagen nur in Ausnahmefällen und nur bis 14.00 Uhr,
  - Nachtschießen höchstens zweimal pro Woche maximal vier Stunden, kein Schießen nach 1.00 Uhr.

Um einen wirksamen Lärmschutz zu erreichen, wurden zwei Lärmmeßstellen bei Wehrtechnischen Dienststellen eingerichtet, welche die Aufsichtsbehörden der Wehrbereichsverwaltungen bei der Überwachung der Geräuschsituation an Anlagen der Bundeswehr (z. B. Übungsplätze, Standortschießanlagen) unterstützen. Mit Hilfe von Schallimmissionsplänen, die für einige Truppenübungsplätze bereits erarbeitet sind, können planerische und organisatorische Maßnahmen zur Verbesserung der Belastungssituation ergriffen werden.

Die eingeleitete Beschaffung von Simulatoren für Handwaffen läßt eine weitere Reduzierung der Geräuschbelastung bei Standortschießanlagen erwarten.

Industrie-, Gewerbe- und Baulärm

Die für genehmigungsbedürftige gewerbliche Anlagen geltende TA Lärm von 1968 hat mit ihren anspruchsvollen Immissionsrichtwerten in den vergangenen 25 Jahren zu einer spürbaren Verbesserung der Lärmsituation bei gewerblichen Anlagen geführt. Bei der Fortentwicklung dieser Vorschrift sind neuere Entwicklungen der Schallmeßtechnik und der Schallprognose, der derzeitige Erkenntnisstand der Lärmwirkungsforschung, die bisherigen Erfahrungen der Genehmigungs- und Vollzugsbehörden sowie die neuere Rechtsprechung zu berücksichtigen.

Die EU hat einige Lärmvorschriften für Baumaschinen geändert. Für die wichtige Baumaschinengruppe der Erdbewegungsmaschinen und für Turmdrehkräne wurde ein neues dynamisches Meßverfahren eingeführt, weiterhin wurden die Baumusterprüfung und die Angabe von Geräuschemissionswerten sowie des Schalldruckpegels am Arbeitsplatz vorgeschrieben. Die entsprechenden EG-Richtlinien wurden durch die Änderung der Fünfzehnten Verordnung zur Durchführung des BImSchG vom 18. Dezember 1992 in innerstaatliches Recht umgesetzt.

Zur Zeit werden für Erdbewegungsmaschinen und eine Reihe weiterer Baumaschinengruppen in der EG Absenkungen der Geräuschgrenzwerte vorbereitet.

Schallschutz im Hochbau

Ausreichender Schallschutz ist eine der Voraussetzungen für gesunde Lebensverhältnisse der Bevölkerung. Mit der Norm DIN 18005 Teil 1 „Schallschutz im Städtebau" steht den Planungs- und Baubehörden ein wichtiges Hilfsmittel zur rechtzeitigen Berücksichtigung des Schallschutzes bei der Aufstellung der Bauleitpläne sowie bei anderen raumbezogenen Fachplanungen zur Verfügung. In der Norm werden Verfahren zur Ermittlung der zu erwartenden Geräuschimmissionen beschrieben, im Beiblatt Orientierungswerte zur sachverständigen Konkretisierung der Anforderungen an den Schallschutz im Städtebau genannt.

Die im Jahr 1989 verabschiedete Norm DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweise" ist inzwischen von den Behörden der Länder als Technische Baubestimmung bauaufsichtlich eingeführt worden. Sie enthält Anforderungen

- an die Luft- und Trittschalldämmung von Bauteilen,
- zum Schutz gegen Geräusche aus haustechnischen Anlagen und Betrieben,
- an Armaturen und Geräte der Wasserinstallation.

Diese Norm regelt den im Baugenehmigungsverfahren bauaufsichtlich geforderten Mindestschallschutz. In der Praxis wird in der überwiegenden Anzahl der Fälle ein höherer Schallschutz erreicht.

Neben der DIN 4109 wurde im September 1994 die Richtlinie VDI 4100 „Schallschutz von Wohnungen – Kriterien für Planung und Ausführung" veröffentlicht. In der Richtlinie werden drei Güteklassen für den Schallschutz beschrieben, die auf privatrechtlicher Basis vereinbart werden können.

Ein neugegründeter Gemeinschaftsausschuß des Normenausschusses Bauwesen (NABau) und des Normenausschusses Akustik, Lärmminderung und Schwingungstechnik (NALS) soll eine Neuausgabe der DIN 4109 erarbeiten. Dabei ist auch eine optionelle, privatrechtlich zu vereinbarende Stufung des Schallschutzes unter Berücksichtigung der Mindestanforderungen vorgesehen. Zu berücksichtigen sind die Inhalte der Norm DIN 4109 und der VDI-Richtlinie 4100.

Freizeitlärm (Sportanlagen)

Zur Behebung von Konflikten, die durch Geräusche von Sportanlagen in der Wohnnachbarschaft entstehen, hat die Bundesregierung die 18. BImSchV erlassen, die am 16. Oktober 1991 in Kraft getreten ist.

Die Verordnung legt Immissionsrichtwerte fest, bestimmt das Verfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Lärmimmissionen, die von Sportanlagen ausgehen, nennt Maßnahmen, die zum Schutz gegen Lärm ergriffen werden sollen und regelt die Voraussetzungen, unter denen die Behörden von der Festlegung von Betriebszeiten absehen sollen.

Die Sportanlagenlärmschutzverordnung stellt einen angemessenen Ausgleich zwischen den Interessen des Sports und dem Anspruch der Anlieger auf Schutz vor unzumutbaren Lärmbelästigungen dar. Bei der Neuplanung von Sportanlagen sollen die Möglichkeiten des Lärmschutzes umfassend eingesetzt werden. Zur Unterstützung der Genehmigungs- und Vollzugsbehörden wurden im Auftrag des Bundesinstituts für Sportwissenschaften typische Geräuschemissionen von Sportanlagen ermittelt.

Die bisherigen Erfahrungen zeigen, daß durch die Verordnung eine spürbare Beruhigung im Konfliktfeld Sport und Umwelt eingetreten ist.

Nachbarschaftslärm (Rasenmäherlärm)

Zur Umsetzung von EG-Richtlinien in innerstaatliches Recht wurde die Achte Verordnung zur Durchführung des BImSchG (Rasenmäherlärmverordnung) mit der Verordnung vom 13. Juli 1992 geändert. Nunmehr sind auch Spindelmäher in vollem Umfang in die Schutzvorschriften gegen Rasenmäherlärm einbezogen. Die neuen Regelungen begrenzen bei Rasenmähern mit einer Schnittbreite von mehr als 120 cm den Schalldruckpegel am Bedienerplatz auf 90 dB (A) und verlangen eine zusätzliche Kennzeichnung für den Arbeitsplatzlärm.

3.2.2.2 Kosten/Finanzielle Förderungsmaßnahmen

Aufwendungen der Industrie

Die Investitionen in den Wirtschaftszweigen des Produzierenden Gewerbes sind in Tabelle 82 den Umweltschutzinvestitionen insgesamt sowie den Investitionen für die Lärmbekämpfung gegenübergestellt; die Angaben beruhen auf Erhebungen, die auf der Grundlage des Gesetzes über Umweltstatistiken erfolgt sind.

Erhöhte steuerliche Absetzungen

Umweltschutzinvestitionen konnten bis 1990 nach § 7d EStG innerhalb eines Zeitraumes von fünf Jahren (im ersten Jahr mit 60 %, in den folgenden vier Jahren mit jeweils 10 %) abgeschrieben werden. Begünstigt waren diejenigen Umweltschutzinvestitionen, die zu mehr als 70 % Umweltschutzzwecken dienten. Die begünstigten Investitionen zur Lärmbekämpfung im Produzierenden Gewerbe sind von 35,7 Mio. DM im Jahr 1990 auf 10,8 Mio. DM im Jahr 1992 gesunken.

3.2.3 Forschung über Wirkungen von Geräuschen und Erschütterungen

Gesundheitsrisiko durch Straßenverkehrslärm

Der Umweltlärm ist als weit verbreiteter Stressor Gegenstand zahlreicher Studien. Die Bundesregierung schenkt Forschungsvorhaben, die Auswirkungen des Lärms auf die Gesundheit untersuchen und mögliche Zuammenhänge zwischen ständigen starken Lärmbelastungen und Herz-Kreislauf-Erkrankungen analysieren, große Aufmerksamkeit. Sie hat mehrere Studien zu dieser Thematik gefördert.

Die bisher vorliegenden Ergebnisse sind nicht einheitlich und lassen keine abschließenden Aussagen über ein etwaiges Gefährdungspotential zu. In einigen Studien wurden geringfügige, statistisch nicht signifikante Risikoerhöhungen, z. B. bezüglich Herzinfarkt in Gebieten mit sehr hohen Verkehrsbelastungen im Vergleich zu wenig belasteten Gebieten, gefunden; anderen Studien zufolge bestehen keine Zusammenhänge zwischen Lärmbelastungen und dem Auftreten von Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Die Bundesregierung erwartet weitere Aufklärung über die Zusammenhänge, wenn die vollständigen Daten aus derzeit laufenden Langzeituntersuchungen vorliegen. Sie wird die endgültigen Ergebnisse sorgfältig prüfen.

Erschütterungen aus dem Schienenverkehr

Das BImSchG zielt darauf ab, Menschen vor schädlichen Umwelteinwirkungen auch durch Erschütterungen zu schützen. Für die Ermittlung und Bewertung von Erschütterungsimmissionen durch Schienenverkehr fehlten bislang wissenschaftliche Untersuchungen. Daher förderte die Bundesregierung entsprechende Forschungsvorhaben.

Die Ergebnisse auf der Basis von Befragungen bei Betroffenen können bei der Festlegung von Zumutbarkeitsgrenzen herangezogen werden. Von besonderer Bedeutung sind dabei die Dosis-Wirkungs-Kurven, die die Zusammenhänge zwischen der Erschütterungsbelastung und den Belästigungsangaben der Betroffenen beschreiben.

3.2.4 Entwicklung technischer Verfahren und Einrichtungen bei der Lärmbekämpfung

Die Entwicklung technischer Verfahren und Einrichtungen zur Lärmbekämpfung hat sich nicht nur auf die Lärmminderungstechnik bei Anlagen, Maschinen und Geräten beschränkt. Auch die Meß- und Beurteilungsverfahren konnten fortentwickelt werden. Die Entwicklungen im Bereich Verkehr ergeben sich aus dem Abschnitt 2.3.

3.2.4.1 Fortentwicklung des Standes der Technik bei Anlagen, Maschinen und Geräten

Im Hinblick auf eine vorsorgende Umweltpolitik hat die Bundesregierung für eine Vielzahl von Anlagen Erhebungen zum Stand der Lärmminderungstechnik durchgeführt und die Weiterentwicklung der Lärmminderungstechnik sowie die Einführung lärmarmer Produkte gefördert.

Untersuchungen wurden u. a. an Heizkraftwerken, Anlagen des Steinkohlebergbaus, Gießereien, Schmieden, Papierfabriken, Motorprüfständen und Textilstrickereien durchgeführt.

Die Ergebnisse der Untersuchungen dienen vor allem dazu, den Genehmigungsbehörden Hinweise über den derzeitigen Stand der Lärmminderungstechnik zu geben sowie Möglichkeiten zu weiterer Lärmminderung aufzuzeigen.

Im Bereich des Baulärms sind mit Unterstützung der Bundesregierung erhebliche Erfolge bei der Entwicklung lärmarmer Baumaschinen erzielt worden.

Die Zahl der Baumaschinentypen, die mit dem Umweltzeichen ausgezeichnet wurden, ist seit 1990 von 39 auf 170 angestiegen. Die Emissionen der so gekennzeichneten Baumaschinen liegen ganz überwiegend um mindestens 10 dB (A) unter denen herkömmlicher Maschinen und erfüllen damit sehr strenge Anforderungen hinsichtlich der zulässigen Emissionen.

Mit der Verfügbarkeit von lärmarmen Baumaschinen in allen wichtigen Leistungsbereichen kann insbesondere in empfindlichen Gebieten und zu schutzbedürftigen Zeiten lärmarm gebaut werden.

Bei Kommunalfahrzeugen hat die Bundesregierung im Rahmen des Umweltforschungsplanes die Entwicklung lärmarmer Modelle unterstützt. Durch den Einsatz moderner Lärmminderungstechnik konnte bei Saug-, Kehr-, Müll-, Winterdienst- und Abfallcontainerfahrzeugen der Schalleistungspegel bei Vollast unter 100 dB (A) gesenkt werden. Die Mehrkosten betragen etwa 8 bis 10%. Diese Entwicklungserfolge bilden die Grundlage für die Lärmanforderungen eines Umweltzeichens für Kommunalfahrzeuge.

Im Teilbereich der Entsorgung von Altglas wurde der Stand der Lärmminderungstechnik bei Altglascontainern mit Unterstützung der Bundesregierung ebenfalls erheblich verbessert. So sind nunmehr Altglascontainer verschiedener Hersteller auf dem Markt, deren Geräuschemissionen um 12 bis 15 dB (A) unter denen herkömmlicher Systeme liegen. Hierdurch wird die angestrebte Verdichtung der Container-Standorte in Wohngebieten ermöglicht.

3.2.4.2 Meß- und Beurteilungsverfahren

Um sicherzustellen, daß die Beurteilung und Prognose von Immissionen sowie die Festlegung notwendiger Minderungsmaßnahmen nach einheitlichen Verfahren erfolgt, unterstützt die Bundesregierung den NALS bei der Entwicklung und Fortschreibung von Meß- und Beurteilungsverfahren. Ziel ist es, in Rechtsnormen weitgehend auf national oder international abgestimmte Vorschriften zurückzugreifen. Zur Überprüfung und Fortschreibung des Geräuschprognoseverfahrens bei Straßen und Schienenwegen wurden insbesondere Untersuchungen gefördert, mit deren Hilfe Angaben zu Geräuschemissionen neuer Fahrbahnarten und neuer Fahrzeuge wie Hochgeschwindigkeitszüge, Transrapid und deren Besonderheiten für Schallausbreitungsrechnungen ermittelt werden.

Auf der Grundlage von Literaturauswertungen und Befragungen in Ministerien, Vollzugsbehörden und Forschungsinstituten wurden Empfehlungen für die Objektivierung bestimmter Einflußfaktoren auf die Erheblichkeit von Belästigungen durch Gewerbelärm erarbeitet.

Dabei ergaben sich folgende Problemfelder bei der Geräuschbeurteilung:

Tonhaltigkeit, Impulshaltigkeit, Informationshaltigkeit, tieffrequente Geräusche, Lärmeinwirkungen zu Ruhezeiten, Veränderung der Geräuschbelastung und Ortsüblichkeit.

Die abgeleiteten Empfehlungen zur Beurteilung der Ton- und Informationshaltigkeit, tieffrequenter Geräusche sowie der Impulshaltigkeit zielen darauf ab, die in der Praxis bestehenden unterschiedlichen Vorgehensweisen auf der Basis von DIN-Normen und VDI-Richtlinien zu vereinheitlichen und für die Vollzugspraxis Kriterienkataloge mit Fallbeispielen zu entwickeln. Für die Geräuschbelastung durch schwere Waffen in der Umgebung von Truppenübungsplätzen ist ein Ermittlungs- und Beurteilungsverfahren entwickelt worden, das derzeitig den Vollzugsbehörden zur Stellungnahme hinsichtlich der praktischen Anwendbarkeit für die Überwachungsaufgaben vorliegt.

3.2.5 Aufwendungen für Forschung und Entwicklung in der Lärmbekämpfung

Im Berichtszeitraum hat die Bundesregierung im Umweltforschungsplan 16 Mio. DM für die Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in der Lärmbekämpfung bereitgestellt. Insgesamt wurden 48 Vorhaben zur Erfassung, Verminderung und Vermeidung von Verkehrs-, Industrie-, Bau- und Freizeitlärm gefördert. Die Zuordnung der Vorhaben zu den Themenbereichen ist in Tabelle 83 wiedergegeben.

Wie in den zurückliegenden Jahren bildeten die verkehrsbezogenen Vorhaben den Schwerpunkt der Forschungsaktivitäten. Im Vergleich zur technischen Fortentwicklung an einzelnen Fahrzeugen haben konzeptionelle Untersuchungen zur Vermeidung und Verminderung der verkehrsbedingten Umweltbelastungen zunehmend an Bedeutung gewonnen. Immer mehr Gewicht kommt auch Modellvorhaben zu, in denen der Erkenntnisstand beispielhaft erprobt bzw. für Anwender, z. B. in Städten und Gemeinden, praxisbezogen aufbereitet wird.

Hohe Priorität hat auch weiterhin die Minderung von Industrie-, Bau- und Freizeitlärm. Im Rahmen der Vorhaben konnten wesentliche Fortschritte bei der Entwicklung umweltverträglicherer Produkte und lärmarmer Techniken erzielt werden. Hierdurch wird die Durchsetzung anspruchsvoller Anforderungen im Rahmen der EU-Richtlinienarbeit und z. B. bei der Vergabe des Umweltzeichens unterstützt. Im Bereich gewerblicher Anlagen werden engere, das Verkehrsaufkommen mindernde Nachbarschaften zwischen Wohnen und Arbeiten möglich.

Einen weiteren Schwerpunkt bildeten die Verbesserung und Sicherung der Qualität von Meß- und Prognoseverfahren für Geräusche im Rahmen von Rechtsvorschriften und der Umweltzustandserfassung.

3.2.6 Internationale Zusammenarbeit

3.2.6.1 Lärmbekämpfungspolitik in der Europäischen Union

Mit dem 5. Aktionsprogramm der EG sind auch für den Bereich Lärm gemeinschaftliche Ziele zur Immissionsbegrenzung vorgelegt worden.

Die Zielvorgaben können aus deutscher Sicht nur als Mindestforderungen angesehen werden, weil die bestehenden deutschen Regelungen zum Immissionsschutz weitaus schärfere Anforderungen stellen.

Wichtige Regelungen der EG zur Lärmbekämpfung an der Quelle, die auch der Vermeidung von Handelshemmnissen dienen, sind im Berichtszeitraum fortentwickelt worden (siehe auch Abschnitt 2.3).

Für folgende Baumaschinen gibt es Richtlinien, nach denen diese nur in den Verkehr gebracht werden dürfen, wenn ihre Schallemissionen die festgesetzten Grenzwerte nicht überschreiten: Motorkompressoren, Turmdrehkräne, Schweißstromerzeuger, Kraftstromerzeuger, handbediente Betonbrecher und Abbau-, Aufbruch- und Spatenhammer, Hydraulikbagger, Seilbagger, Planiermaschinen, Lader und Baggerlader.

Für weitere Baumaschinenarten wie Fahrzeugkräne oder Bodenverdichter werden entsprechende Richtlinien einschließlich der dazu notwendigen neuen Meßvorschriften vorbereitet. Für die Vielzahl der dann immer noch den bestehenden Richtlinien nicht unterliegenden Baumaschinenarten und Sondergeräte werden gemeinsame Bestimmungen zu den Geräuschemissionen erarbeitet.

3.2.6.2 Zusammenarbeit in internationalen Organisationen

Die Bundesregierung tritt sowohl auf dem Sektor der internationalen Harmonisierung von Lärmbekämpfungsstrategien als auch auf dem Gebiet der Normung und Forschung für verstärkte Anstrengungen in den internationalen Gremien wie etwa der ECE, der WHO, der OECD, der UNEP und dem NATO-Umweltausschuß „Committee on the Challenges of Modern Society" (NATO-CCMS) ein. Sie unterstützt insbesondere den NALS bei der Wahrnehmung seiner Aufgaben als deutscher Vertreter im Rahmen der internationalen Normung des Europäischen Komitees für Normung (CEN) und der Internationalen Organisation für Normung (ISO). CEN ist insbesondere die Aufgabe übertragen worden, für viele umweltrelevante EG-Richtlinien europäische Normen zur Regelung technischer Einzelheiten zu erarbeiten.

Der NATO-Umweltausschuß CCMS hat Ende der 80er Jahre eine umfassende Pilotstudie zum militärischen Fluglärm durchgeführt. Der mit dieser Studie begonnene internationale Erfahrungsaustausch auf den Gebieten der Erfassung und Minderung des militärischen Fluglärms wird in verschiedenen Arbeitsgruppen weitergeführt, die sich mit speziellen Fluglärmproblemen befassen, z. B. mit einem verbesserten Verfahren zur Berechnung der Lärmbelastung durch Hubschrauber.

4. Ausblick

Schon in ihrem 5. Immissionsschutzbericht hat die Bundesregierung darauf hinweisen können, daß sich die Immissionsschutzpolitik von einer Gefahren abwehrenden Politik zu einer vorsorgenden Politik des integrierten Umweltschutzes hin entwickelt. Eine solche Politik der Zukunftsvorsorge ist Bestandteil einer Politik, die dem Ziel der nachhaltigen Entwicklung („sustainable development") verpflichtet ist. Diese Entwicklung hat sich im Berichtszeitraum des 6. Immissionsschutzberichts verstärkt und wird weiter anhalten.

Nicht nur aus ökologischen, sondern auch aus ökonomischen Gründen (gesamtwirtschaftliche Nutzen-Kosten-Relation) muß die zukünftige Umweltpolitik verstärkt vorsorgenden Charakter haben, und zwar unter folgenden Rahmenbedingungen:

- Die Sanierungsmaßnahmen in den neuen Bundesländern sind auf erfolgreichem Weg. Sie werden entsprechend den Forderungen des Einigungsvertrags wesentlich dazu beitragen, daß in allen Bundesländern einheitliche ökologische Lebensverhältnisse geschaffen werden.
- Bei der Reduzierung der Luftschadstoffe sind im vergangenen Dezennium insbesondere bei den Massenschadstoffen wie Schwefeldioxid (SO_2) und Staub, aber auch bei Stickstoffoxiden (NO_x) und flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) erhebliche Minderungserfolge eingetreten. Allerdings sind die technischen Verbesserungen bei NO_x und VOC durch die Mengenentwicklung im Verkehrsbereich teilweise kompensiert worden. Es gilt also, in den kommenden Jahren auch bei diesen „klassischen" Schadstoffen weitere Anstrengungen zur Emissionsminderung zu unternehmen. Darüber hinaus gilt es, das Programm der Bundesregierung zur Verminderung der CO_2-Emissionen und anderer Treibhausgasemissionen konsequent umzusetzen.
- Bei der Reduzierung der Luftschadstoffe standen in den vergangenen Jahren die singulären stationären Quellen (Punktquellen) der Luftbelastung in den Bereichen des verarbeitenden Gewerbes sowie der Haushalte und des Kleingewerbes im Vordergrund. Hier sind wesentliche Erfolge erzielt worden, die sich in einer stetigen Verbesserung der Belastungssituation zeigen.

Die aus diesen Rahmenbedingungen abgeleiteten Problemverschiebungen müssen auch den materiellen und instrumentellen Lösungsansatz verändern. Standen in der Vergangenheit oft die nachgeschalteten Sanierungstechniken (sog. End-of-pipe-technologies) im Vordergrund, so ist dieser Lösungsansatz künftig verstärkt durch einen integrierten Ansatz zu ergänzen oder zu ersetzen. Dieser integrierte Ansatz setzt sich aus einer integrierten Technik und einer integrierten Betrachtungsweise zusammen:

- Integrierte Technik bedeutet die enge Einbindung (Integration) der Umweltschutztechnologie in die Prozeßführung, wodurch der Produktionsprozeß Änderungen unterworfen ist. Typischerweise wird durch integrierte Technik eine anlageninterne Vermeidung oder Verwertung von Schadstoffen erreicht. Ein Beispiel für eine solche integrierte Technik stellt die interne Lösemittelrückführung in einer Anlage dar. Im Gegensatz dazu beeinflußt eine nachgeschaltete Umweltschutztechnologie den Produktionsprozeß kaum oder gar nicht (Addition). In der Regel werden die Schadstoffe durch Filter abgetrennt und anschließend extern verwertet oder beseitigt.
- Die integrierte Betrachtungsweise berücksichtigt nicht nur die Belastungen in einem Umweltmedium, wie z. B. der Luft, sondern trägt auch möglichen Belastungsverschiebungen von einem in ein anderes Umweltmedium Rechnung. Daraus folgt die Notwendigkeit zu solchen Maßnahmen, die zu einer medienübergreifend optimalen umweltentlastenden Lösung führen und damit auch gesamtwirtschaftlich betrachtet zu einer größtmöglichen Erhöhung der gesellschaftlichen Wohlfahrt führen. Die integrierte Betrachtung gibt grundsätzlich einer Gesamtbetrachtung den Vorzug vor punktuellen Eingriffen. Nicht so sehr die Festlegung und Verschärfung von Grenzwerten, sondern die Entwicklung umfassenderer Konzepte ist Gegenstand integrierter Betrachtungsweise. Beispiele sind die derzeitigen Arbeiten der Bundesregierung an Verwertungskonzepten, die von ihr geförderten Projekte zu Wärmenutzungskonzepten und nicht zuletzt der Kreislaufgedanke, der den Lebenszyklus eines Produkts von der Entstehung bis zum Ende sieht und in dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz seinen Ausdruck findet. In der Verkehrspolitik bedarf es auch der weiteren Konkretisierung der integrierten Betrachtungsweise. In der Konferenz der für Verkehr, Umwelt und Raumordnung zuständigen Minister und Senatoren der Länder und des Bundes am 5./6. Februar 1992 im Schloß Krickenbeck in Nettetal wurde auf der Basis einer umfassenden Situationsanalyse eine grundsätzliche Trendänderung in der Verkehrspolitik eingefordert und erste Schritte zu ihrer Realisierung angegeben. Mit dem BVWP 92 sind wesentliche in Krickenbeck erhobene Forderungen erfüllt worden (Beitrag zur Attraktivitätssteigerung der Bahn durch verstärkte Investitionen und die Privatisierung der Bahn usw.) und so die Voraussetzungen für ein umweltverträgliches Verkehrssystem geschaffen werden.

Der aus integrierter Technik und integrierter Betrachtungsweise abgeleitete integrierte Lösungsansatz wird die Umweltpolitik der Bundesregierung in den kommenden Jahren verstärkt bestimmen. Er er-

fordert über die technischen Maßnahmen im engeren Sinne hinaus ein breites instrumentelles Spektrum. So ist neben technischen Regelungen wie Grenzwertsetzungen vermehrt der Einsatz von organisatorisch-planerischen Anforderungen, z. B. im Naturschutz-, Raumordnungs- und Verkehrsbereich, oder ökonomisch wirkender Instrumente weiterzuentwickeln, um die bestmögliche Umweltentlastung zu erzielen.

Den ökonomischen Instrumenten wird verstärkte Bedeutung zukommen. Sie sind geeignet, das Eigeninteresse der Verursacher von Umweltbelastungen an der Vermeidung oder Verminderung solcher Belastungen über den Rahmen der Gefahrenabwehr hinaus zu stärken. Darin drückt sich auch das Bestreben der Bundesregierung aus, die Eigenverantwortung der Betroffenen zu stärken und zu bewirken, daß sich Eigeninitiative auch im Umweltschutz lohnt. Neben Maßnahmen wie z. B. Selbstverpflichtungen wird dabei auch an zielorientierte Ergänzungen des Steuersystems nach Umweltgesichtspunkten gedacht. Neuere ökonomische Instrumente wie Lizenzlösungen oder Kompensationsregelungen, die Anreize zu einer gesamtwirtschaftlich kostengünstigen Verbesserung der Umweltqualität bieten sollen, wird die Bundesregierung bewerten und prüfen.

Die Eigenanstrengungen der Industrie für die Konzeption umweltverträglicher technischer und organisatorischer Innovationen zur Entwicklung umweltfreundlicher Produkte und ihre Herstellung mit umweltschonenden Produktionsverfahren wird die Bundesregierung auch weiterhin durch Forschungsförderung unterstützen, um im Sinne staatlicher Vorsorge Impulse für den notwendigen Umstrukturierungsprozeß hin zu einer belastungsvermeidenden und ressourcenschonenden Produktionsweise zu geben. Ihre Vorstellungen dazu wird die Bundesregierung in ihrem neuen Umweltforschungsprogramm darlegen. Daneben werden sich auch die anderen technologisch ausgerichteten Fachprogramme noch stärker als bisher an den Umweltzielen orientieren.

Zusätzlich zu integrierten Lösungsansätzen und ökonomischen Maßnahmen wird die Bundesregierung weiterhin Umweltberatung, Umwelterziehung und verbesserte Information der Bevölkerung als wesentliche Komponenten ihrer Umweltpolitik ansehen. Gerade in einer Zeit knapper Haushaltsmittel kommt es vermehrt auch auf Freiwilligkeit und Kooperation an, die wiederum Einsicht und Akzeptanz zur Voraussetzung haben.

Stärker als in den vergangenen Jahren wird die Umweltpolitik über die nationalen Grenzen hinausgehen müssen. An den Grenzen nicht haltmachende Umweltprobleme wie der Ferntransport von Luftverunreinigungen bis hin zum global wirkenden Treibhauseffekt bedingen international abgestimmte Maßnahmen. Nach der Vollendung des EG-Binnenmarktes gewinnt dabei eine auch instrumentell abgestimmte Immissionsschutzpolitik zunehmend an Gewicht. Dies ist auch vor dem Hintergrund der Vermeidung von Wettbewerbsverzerrungen im vereinten Europa zu sehen.

Die Intensivierung der internationalen Zusammenarbeit in allen Bereichen der Umweltschutzpolitik wird in den 90er Jahren eine wesentliche Aufgabe sein. Die Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro 1992 hat u. a. mit der Agenda 21 und Zeichnung der Klimarahmenkonvention entscheidende Eckpunkte für die internationale Zusammenarbeit bei der Bekämpfung globaler Umweltprobleme gesetzt. Die Bundesregierung wird, und dafür ist das bei der 1. Vertragsstaatenkonferenz zur Klimarahmenkonvention verabschiedete „Berliner Mandat" ein markantes Zeugnis, den Rio-Prozeß weiter intensivieren und Initiativen entwickeln, um ein abgestimmtes Handeln der Staatengemeinschaft im Hinblick auf eine dauerhafte und umweltgerechte Entwicklung zu erreichen.

Die Bundesregierung wird sowohl die bewährten als auch die von ihr als richtig erkannten integralen Betrachtungsweisen und Lösungsansätze national und auf allen Ebenen auch international vertreten und im Interesse der Menschen durchzusetzen versuchen.

5. Anhang

Der Anhang enthält die Tabellen und Abbildungen zu den Abschnitten 2 und 3, auf die in den Texten hingewiesen worden ist.

①

Geräuschbelastung der Bevölkerung durch Straßenverkehr in den alten Bundesländern im Jahr 1992

Mittelungspegel in dB (A)	Anteil der Belasteten in %	
	tags	nachts
>45–50	1)	18,6
>50–55	1)	15,7
>55–60	18,9	10,8
>60–65	16,6	4,4
>65–70	10,3	2,9
>70–75	5,3	0,2
>75	1,5	<0,1

Quelle: Umweltbundesamt, Fachgebiet II 5.2

②

Geräuschbelastung der Bevölkerung durch Schienenverkehr in den alten Bundesländern im Jahr 1992

Mittelungspegel in dB (A)	Anteil der Belasteten in %	
	tags	nachts
>45–50	1)	13,9
>50–55	1)	12,5
>55–60	10,6	7,0
>60–65	6,3	3,2
>65–70	2,3	1,1
>70–75	0,8	0,3
>75	0,1	0,1

Quelle: Umweltbundesamt, Fachgebiet II 5.2

③

Fahrzeugklasse	CO (g/km)		$HC + NO_x$ (g/km)		Partikelmasse (g/km)
	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Diesel
M	2,2	1,0	0,5	0,7 *)	0,08 *)

*) Bei Fahrzeugen mit Dieselmotor mit Direkteinspritzung beträgt bis zum 30. September 1999 der Wert für $HC + NO_x$ 0,9 g/km und für die Partikelmasse 0,1 g/km.

Quelle: Richtlinie 94/12/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994. (Nr. L 100/42 Amtsblatt der EG vom 19. April 1994)



Geräuschgrenzwerte für Kraftfahrzeuge
(ohne Angabe von Meßverfahrensänderungen)

Fahrzeugkategorie	Fahrgeräuschgrenzwerte in dB (A)				Kriterien für lärmarme Kfz
	bis 1980 (Richtlinie 70/157/EWG)	bis 1988 (Richtlinie 81/334/EWG)	ab 1988 (Richtlinie 84/424/EWG)	ab Oktober 1995 (Richtlinie 92/97/EWG)**)	Geräuschgrenzwerte nach Anlg. XXI StVZO (1. Dezember 1984)
Pkw	82	80	77	74	
Transporter, Kleinbusse					
bis 2,0 t	84	81	78*)	76	
über 2,0 bis 3,5 t	84	81	79*)	77	
Omnibus über 3,5 t					
unter 150 kW	89	82	80	78	
ab 150 kW	91	85	83	80	
Lkw über 3,5 t					**Lkw** über 2,8 t
unter 75 kW	89	86	81*)	77	77
über 75 bis 150 kW	89	86	83*)	78	78
ab 150 kW	91	88	84*)	80	80

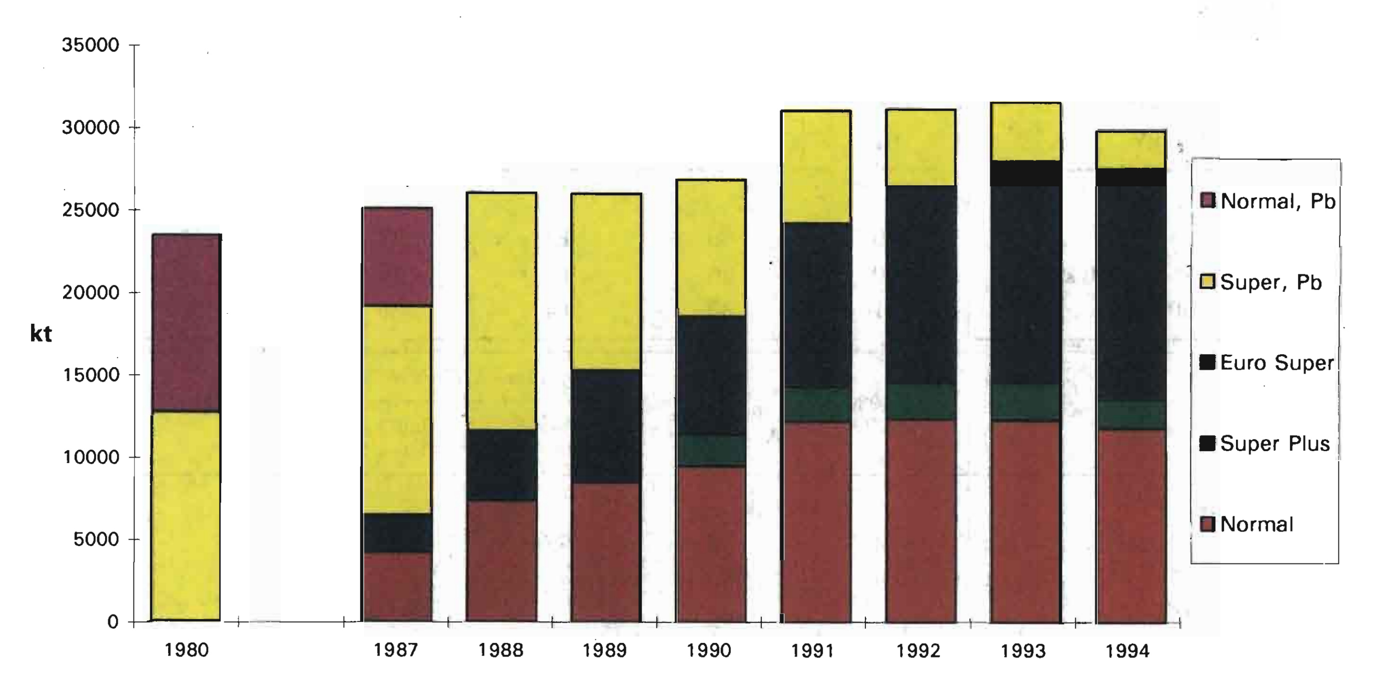
	bis 1980 StVZO	bis 1988 (Richtlinie 78/1015/EWG)	Richtlinie 87/56/EWG)		
			gültig ab Oktober 1988	gültig ab Oktober 1993	
Krafträder					
bis 80 cm^3	84	78	77	75	
bis 125 cm^3	84	80	79*)	77*)	
bis 175 cm^3	84	83			
bis 350 cm^3	84	83	82	80	
bis 500 cm^3	84	85			
über 500 cm^3	84	86			

*) Inkrafttreten 1 Jahr später
**) Zuschlag von 1 dB (A) für Serienfahrzeuge
Quelle: Umweltbundesamt: „Was Sie schon immer über Auto und Umwelt wissen wollten" 1996



	Kraftstoffabsatz in Deutschland kt/a								
	1980	1987	1988	1989	1990	1991 *)	1992	1993	1994
Normal verbleit	10 710	5 918	13	0	0	0	0	0	0
Super verbleit	12 680	12 682	14 435	10 764	8 335	6 954	4 674	3 591	2 297
Normal unverbleit	0	4 220	7 350	8 475	9 458	12 145	12 304	12 230	11 738
Super unverbleit	0	2 215	4 221	6 727	7 119	9 879	11 881	13 419	13 991
Super Plus unverbleit	0	0	0	0	1 917	2 108	2 230	2 288	1 774
Gesamt	23 390	25 035	26 019	25 966	26 829	30 986	31 089	31 528	29 800

*) Ab 1991 einschließlich neue Länder



Quelle: Bundesamt für Wirtschaft



Finanzhilfen des Bundes in Mrd. DM

	GVFG	Regionalisierung
1991	3,28	–
1992	4,78	–
1993	6,28	–
1994	6,28	–
1995	6,28	–
1996	6,28	8,7
1997	3,28	12,0
1998	ca. 3,28	12,0 *)

*) Überprüfung der Höhe Ende 1997

Quelle: Gesetz über Finanzhilfen des Bundes zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse der Gemeinden, Dezember 1993
Gesetz zur Regionalisierung des öffentlichen Personennahverkehrs, Dezember 1993



Primärenergieverbrauch nach Energieträgern in PJ

Energieträger	1970	1975	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992⁴)	1993⁵)	1994⁵)
Deutschland													
Steinkohlen .	3 142	2 191	2 497	2 511	2 458	2 420	2 362	2 307	2 306	2 330	2 196	2 131	2 122
Braunkohlen	3 190	3 178	3 390	3 687	3 620	3 567	3 537	3 523	3 201	2 507	2 176	1 975	1 861
Mineralöle . .	5 652	5 927	6 059	5 115	5 332	5 297	5 296	5 010	5 238	5 547	5 612	5 718	5 677
Naturgase¹) .	563	1 657	2 190	2 086	2 112	2 287	2 218	2 295	2 316	2 433	2 408	2 547	2 591
Wasserkraft²)	256	239	242	177	222	256	198	170	162	129	111	173	196
Kernenergie .	67	240	563	1 354	1 261	1 363	1 511	1 554	1 446	1 387	1 496	1 439	1 424
Sonstige Energieträger³) . . .	49	52	61	106	104	106	117	117	126	134	152	135	135
Insgesamt . . .	12 920	13 484	15 002	15 036	15 109	15 297	15 238	14 975	14 795	14 467	14 150	14 118	14 006
Alte Bundesländer													
Steinkohlen .	2 839	1 950	2 259	2 327	2 278	2 215	2 189	2 150	2 169	2 238	2 112	2 069	2 066
Braunkohlen	896	1 009	1 149	1 057	970	914	925	952	940	963	975	923	929
Mineralöle . .	5 242	5 304	5 443	4 671	4 911	4 785	4 793	4 489	4 708	4 939	4 927	4 994	4 927
Naturgase¹) .	543	1 443	1 887	1 747	1 736	1 913	1 855	1 945	2 034	2 187	2 152	2 245	2 230
Wasserkraft²)	245	228	222	173	208	210	176	158	140	152	125	182	211
Kernenergie .	61	207	420	1 206	1 134	1 233	1 375	1 412	1 383	1 387	1 496	1 439	1 424
Sonstige Energieträger³) . . .	44	50	56	103	101	103	112	113	121	124	130	126	126
Insgesamt . . .	9 870	10 191	11 436	11 284	11 338	11 373	11 425	11 219	11 495	11 990	11 917	11 978	11 914
Neue Bundesländer													
Steinkohlen .	303	241	238	184	180	205	173	157	137	92	84	62	56
Braunkohlen	2 294	2 169	2 241	2 630	2 650	2 653	2 612	2 571	2 261	1 544	1 201	1 052	932
Mineralöle . .	410	623	616	444	421	512	503	521	530	608	685	724	750
Naturgase¹) .	20	214	303	339	376	374	363	350	282	246	256	302	360
Wasserkraft²)	11	11	20	4	14	46	22	12	22	–23	–15	–9	–15
Kernenergie .	6	33	143	148	127	130	136	142	63	0	0	0	0
Sonstige Energieträger³) . . .	5	2	5	3	3	3	5	4	5	10	22	9	9
Insgesamt . . .	3 050	3 293	3 566	3 752	3 771	3 924	3 813	3 756	3 300	2 477	2 233	2 140	2 093

¹) Erdgas, Erdöl, Grubengas, Klärgas
²) einschließlich Außenhandelssaldo Strom
³) Brenn- und Abfallholz, Brenntorf, Müll, Klärschlamm, sonstige Gase und Abhitze zur Strom- und Fernwärmeerzeugung
⁴) Vorläufige Angaben: Druckfahne „Energiebilanz 1992", AG Energiebilanzen (27. Juni 1995)
⁵) Vorläufige Angaben: „Vorläufige Primär- und Endenergieverbrauchszahlen 1994", AG Energiebilanzen (24. Mai 1995)

Quellen: AG Energiebilanzen
Institut für Energetik, Leipzig
Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin

Hinweis: Aufgrund von Rundungen sind Differenzen bei den Zwischensummen möglich.



**Primärenergieverbrauch nach Energieträgern
Deutschland**

PJ

16000
14000
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0

1970 1974 1978 1982 1986 1990 1994

Sonstige Energieträger → Brennholz, Brenntorf, Außenhandelssaldo Kokereigas, sowie Klärschlamm, Müll, und Abhitze zur Stromerzeugung

Wasserkraft → einschließlich Außenhandelssaldo Strom

Kernenergie

Mineralöle

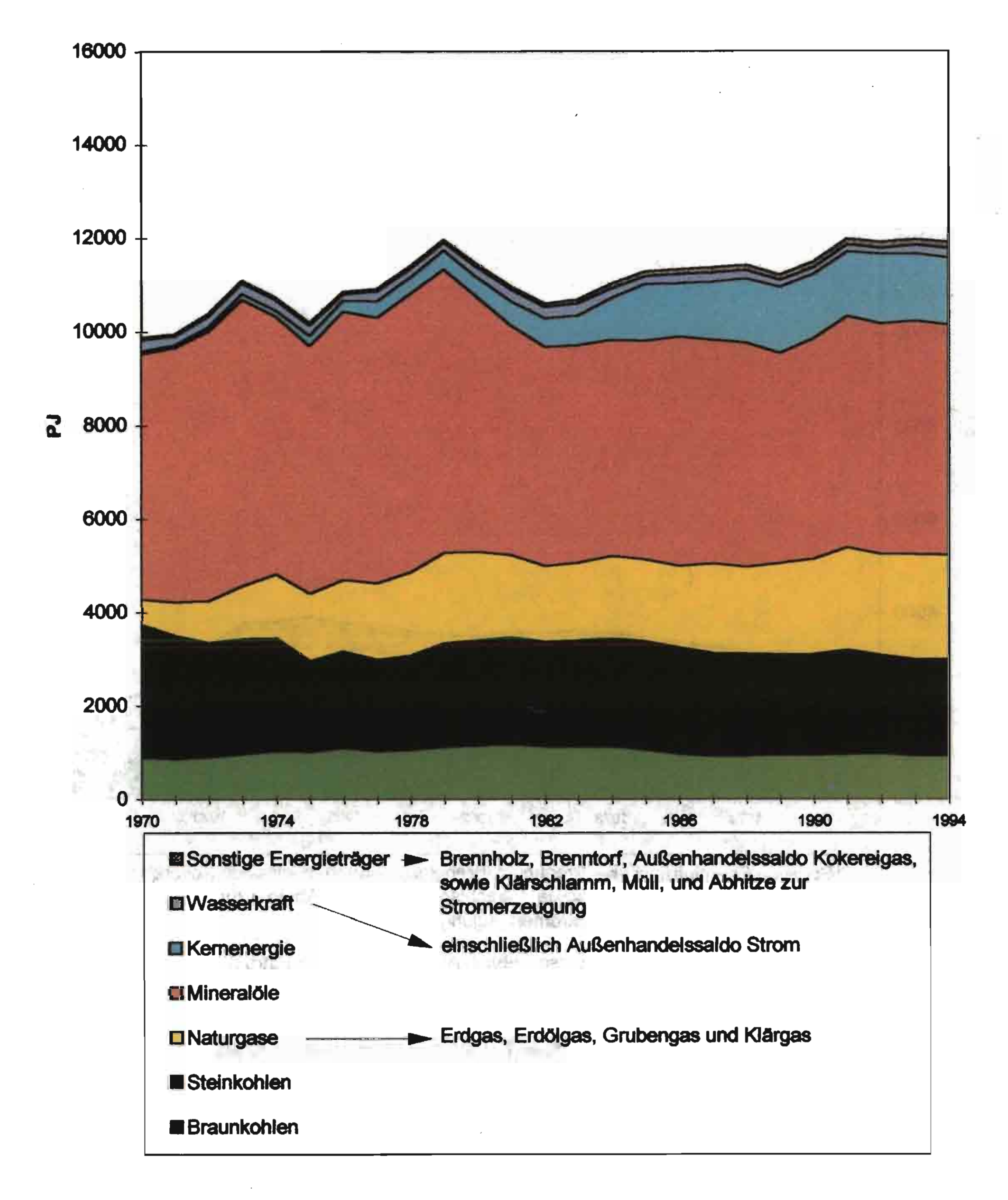
Naturgase → Erdgas, Erdölgas, Grubengas und Klärgas

Steinkohlen

Braunkohlen

Quellen: AG Energiebilanzen
Institut für Energetik, Leipzig
Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung

⑨



Quellen: AG Energiebilanzen
Institut für Energetik, Leipzig
Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung



Primärenergieverbrauch nach Energieträgern
Neue Bundesländer

PJ

16000
14000
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0

1970 1974 1978 1982 1986 1990 1994

Sonstige Energieträger → Brennholz, Brenntorf, Außenhandelssaldo Kokereigas, sowie Klärschlamm, Müll, und Abhitze zur Stromerzeugung
Wasserkraft
Kernenergie → einschließlich Außenhandelssaldo Strom
Mineralöle
Naturgase → Erdgas, Erdölgas, Grubengas und Klärgas
Steinkohlen
Braunkohlen

Quellen: AG Energiebilanzen
Institut für Energetik, Leipzig
Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung



Primärenergieverbrauch nach Energiesektoren in PJ

Energiesektor	1970	1975	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992[5])	1993[6])	1994[6])
Deutschland													
Übriger Verkehr	308	276	277	267	274	274	286	300	312	311	324	332	325
Straßenverkehr	1 063	1 313	1 614	1 657	1 744	1 828	1 899	1 933	2 067	2 117	2 198	2 250	2 216
Haushalte	2 179	2 186	2 496	2 642	2 735	2 728	2 512	2 262	2 382	2 506	2 394	2 541	2 400
Kleinverbraucher[1])	1 526	1 669	1 803	1 862	1 922	1 917	1 832	1 748	1 703	1 688	1 598	1 618	1 612
Industrie[2])	3 600	3 527	3 609	3 312	3 202	3 200	3 230	3 254	2 977	2 694	2 560	2 427	2 447
Nichtenerg. Verbrauch[3]) ...	834	859	963	888	861	864	944	998	958	891	911	868	964
Umwandlungsverluste[4])	3 411	3 654	4 241	4 407	4 371	4 486	4 534	4 480	4 396	4 260	4 165	4 083	4 042
Insgesamt	12 920	13 484	15 002	15 036	15 109	15 297	15 238	14 975	14 795	14 467	14 150	14 118	14 006
Alte Bundesländer													
Übriger Verkehr	222	201	219	215	223	224	238	254	273	278	296	301	294
Straßenverkehr	935	1 154	1 447	1 497	1 582	1 645	1 711	1 735	1 818	1 857	1 898	1 935	1 887
Haushalte	1 807	1 815	2 018	2 117	2 190	2 161	1 988	1 770	1 860	2 117	2 063	2 181	2 066
Kleinverbraucher[1])	1 126	1 227	1 264	1 273	1 339	1 295	1 257	1 180	1 226	1 312	1 282	1 301	1 292
Industrie[2])	2 661	2 462	2 581	2 287	2 201	2 199	2 244	2 284	2 252	2 264	2 230	2 125	2 166
Nichtenerg. Verbrauch[3]) ...	722	688	802	725	687	690	750	778	790	763	789	762	832
Umwandlungsverluste[4])	2 397	2 644	3 105	3 170	3 116	3 159	3 237	3 218	3 276	3 399	3 360	3 373	3 376
Insgesamt	9 870	10 191	11 436	11 284	11 338	11 373	11 425	11 219	11 495	11 990	11 917	11 978	11 914
Neue Bundesländer													
Übriger Verkehr	86	75	58	52	51	50	48	46	39	33	29	30	32
Straßenverkehr	128	159	167	160	162	183	188	198	249	260	299	316	329
Haushalte	372	371	478	525	545	567	524	492	522	389	331	360	334
Kleinverbraucher[1])	400	442	539	589	583	622	575	568	477	376	317	317	319
Industrie[2])	939	1 065	1 028	1 025	1 001	1 001	986	970	725	430	330	302	281
Nichtenerg. Verbrauch[3]) ...	112	171	161	163	174	174	194	220	168	128	122	106	132
Umwandlungsverluste[4])	1 014	1 010	1 136	1 237	1 255	1 327	1 297	1 262	1 120	861	804	709	665
Insgesamt	3 050	3 293	3 566	3 752	3 771	3 924	3 813	3 756	3 300	2 477	2 233	2 140	2 093

[1]) einschließlich Militärische Dienststellen
[2]) Übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe
[3]) z. B. Energieträger als Rohstoff in der Chemischen Industrie
[4]) Verluste bei der Energieumwandlung, z. B. in Kraftwerken, einschließlich Leitungsverluste und Statistische Differenzen
[5]) Vorläufige Angaben: Druckfahne „Energiebilanz 1992", AG Energiebilanzen (27. Juni 1995)
[6]) Vorläufige Angaben: „Vorläufige Primär- und Endenergieverbrauchszahlen 1994", AG Energiebilanzen (24. Mai 1995)

Quellen: AG Energiebilanzen
Institut für Energetik, Leipzig
Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin

Hinweis: Aufgrund von Rundungen sind Differenzen bei den Zwischensummen möglich.



Primärenergieverbrauch nach Energiesektoren
Deutschland

PJ

16000
14000
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0

1970 1974 1978 1982 1986 1990 1994

- Nichtenerg. Verbrauch → z.B. Energieträger als Rohstoff in der Chem. Industrie
- Kleinverbraucher → einschließlich Militärische Dienststellen
- Haushalte
- Industrie → Übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe
- Übriger Verkehr
- Straßenverkehr
- Umwandlungsverluste → Verluste bei der Energieumwandlung, einschließlich Leitungsverluste und Statistische Differenzen

Quellen: AG Energiebilanzen
Institut für Energetik, Leipzig
Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung



Primärenergieverbrauch nach Energiesektoren
Alte Bundesländer

PJ
16000
14000
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0
1970 1974 1978 1982 1986 1990 1994

- Nichtenerg. Verbrauch → z.B. Energieträger als Rohstoff in der Chem. Industrie
- Kleinverbraucher → einschließlich Militärische Dienststellen
- Haushalte
- Industrie → Übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe
- Übriger Verkehr
- Straßenverkehr
- Umwandlungsverluste → Verluste bei der Energieumwandlung, einschließlich Leitungsverluste und Statistische Differenzen

Quellen: AG Energiebilanzen
Institut für Energetik, Leipzig
Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung



Primärenergieverbrauch nach Energiesektoren
Neue Bundesländer

- Nichtenerg. Verbrauch → z.B. Energieträger als Rohstoff in der Chem. Industrie
- Kleinverbraucher → einschließlich Militärische Dienststellen
- Haushalte
- Industrie → Übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe
- Übriger Verkehr
- Straßenverkehr
- Umwandlungsverluste → Verluste bei der Energieumwandlung, einschließlich Leitungsverluste und Statistische Differenzen

Quellen: AG Energiebilanzen
Institut für Energetik, Leipzig
Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung



Emissionen im bisherigen Bundesgebiet 1970 bis 1989

Abweichung von älteren Angaben infolge Aktualisierung

Stand: März 1996

Jahr	1970	1975	1980	1985	1986	1987	1988	1989
Kohlendioxid (CO_2) .... Mt	742	728	792	723	729	716	707	692
Stickstoffoxide (NO_x, als NO_2) . kt	2 055	2 247	2 617	2 540	2 546	2 427	2 306	2 146
Schwefeldioxid (SO_2) .... kt	3 711	3 307	3 164	2 367	2 228	1 904	1 215	942
Kohlenmonoxid (CO) .... kt	13 512	12 959	11 006	8 975	8 921	8 612	8 284	7 876
Ammoniak (NH_3) .... kt	523	530	572	588	580	572	560	556
Distickstoffoxid (N_2O) .... kt	138	128	150	161	165	162	166	172
Staub .... kt	1 307	793	673	538	495	466	444	413
Flüchtige organische Verbindungen (NMVOC) ... kt	2 502	2 528	2 522	2 447	2 456	2 427	2 372	2 295
FCKW und Halone .... kt	43	64	63	61	61	56	40	36
Methan (CH_4) .... kt	5 384	4 991	4 921	4 605	4 580	4 451	4 341	4 334

Quelle: Umweltbundesamt



Emissionen in der DDR 1970 bis 1989

Daten ungerundet – Abweichung von älteren Angaben infolge Aktualisierung

Stand: März 1996

Jahr	1970	1975	1980	1985	1986	1987	1988	1989
Kohlendioxid (CO_2) .... Mt	296	308	323	353	355	358	352	348
Stickstoffoxide (NO_x, als NO_2) . kt	639	701	717	736	740	750	743	746
Schwefeldioxid (SO_2) .... kt	4 012	4 176	4 350	5 365	5 413	5 443	5 263	5 254
Kohlenmonoxid (CO) .... kt	2 576	2 629	3 040	3 159	3 214	3 324	3 212	3 109
Ammoniak (NH_3) .... kt	218	245	263	269	266	265	270	262
Distickstoffoxid (N_2O) .... kt	38	44	47	48	46	48	52	48
Staub .... kt	1 967	1 940	1 936	2 116	2 113	2 090	2 064	2 027
Flüchtige organische Verbindungen (NMVOC) ... kt	475	609	702	743	762	793	816	851
FCKW und Halone .... kt	10	10	11	13	13	13	13	13
Methan (CH_4) .... kt	1 011	1 104	1 196	1 310	1 295	1 299	1 307	1 289

Quelle: Umweltbundesamt



Emissionen in Deutschland 1990 bis 1994

Stand: März 1996

Jahr		1990	1991	1992	1993 *)	1994 *)
Kohlendioxid (CO_2) Insgesamt	Mt	1 014	975	927	911	901
davon: energiebedingt	Mt	987	951	901	886	876
Stickstoffoxide (NO_x, als NO_2)	kt	2 640	2 509	2 357	2 274	2 211
Schwefeldioxid (SO_2)	kt	5 326	4 172	3 436	3 153	2 995
Kohlenmonoxid (CO)	kt	10 743	9 046	7 926	7 379	6 738
Ammoniak (NH_3)	kt	759	670	649	634	622
Distickstoffoxid (N_2O)	kt	211	192	198	191	186
Staub	kt	2 024	1 157	820	786	754
Flüchtige organische Verbindungen (NMVOC)	kt	3 155	2 748	2 505	2 289	2 135
FCKW und Halone	kt	43	34	22	15	8
Methan (CH_4)	kt	5 682	5 250	5 194	5 203	5 216

*) Vorläufige Angaben

Quelle: Umweltbundesamt



NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs (kt/Jahr)

	1992	1993 *)	1994 **)	1995 *)
Pkw-Otto	581	535	477	439
Pkw-Diesel ...	52	54	57	60
LNF	59	56	54	51
SNF	414	406	409	417
Busse	47	47	46	45
Zweiräder	2	2	2	2
Gesamt	1 155	1 100	1 046	1 013

HC-Emissionen des Straßenverkehrs (kt/Jahr) **)

	1992	1993 *)	1994 *)	1995 *)
Pkw-Otto	820	677	569	483
Pkw-Diesel ...	8	8	8	8
LNF	62	49	35	30
SNF	59	57	59	60
Busse	7	6	6	6
Zweiräder	43	38	35	31
Gesamt	998	835	712	619

*) vorläufige Werte
**) einschließlich Methan

LNF: leichte Nutzfahrzeuge
SNF: schwere Nutzfahrzeuge ohne Busse



Emissionen nach Emittentengruppen

Kohlendioxid, Stickstoffoxide,

Angaben in kt (bei CO_2 in Mio. t) Stand:

Jahr		1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Kohlendioxid (CO_2)[1] [2])											
Insgesamt	Mt	742	744	765	804	781	728	781	759	791	823
Industrieprozesse[3])	Mt	30	31	33	33	30	27	27	25	27	27
Übriger Verkehr[4])	Mt	20	19	18	19	17	16	15	15	15	16
Straßenverkehr	Mt	68	74	78	81	77	84	88	94	100	103
Haushalte	Mt	127	120	120	129	116	112	122	118	125	129
Kleinverbraucher[5])	Mt	68	68	73	75	68	67	68	65	68	72
Industriefeuerungen[6])	Mt	215	205	203	214	217	187	196	191	192	201
Kraft- und Fernheizwerke[7])	Mt	214	227	240	253	256	235	265	251	264	275
Stickstoffoxide (NO_X, berechnet als NO_2)[1])											
Insgesamt	kt	2 055	2 139	2 230	2 349	2 281	2 247	2 414	2 440	2 555	2 655
Industrieprozesse	kt	55	50	48	47	46	40	39	39	40	42
Übriger Verkehr[4])	kt	219	210	217	224	215	215	206	210	206	212
Straßenverkehr	kt	550	620	679	747	715	810	876	949	1 031	1 083
Haushalte	kt	90	86	87	92	83	81	88	86	90	94
Kleinverbraucher[5])	kt	56	57	64	64	54	55	54	51	54	59
Industriefeuerungen[6])	kt	471	450	438	448	435	389	396	383	369	369
Kraft- und Fernheizwerke[7])	kt	614	666	697	727	733	657	755	722	765	796
Schwefeldioxid (SO_2)[1])											
Insgesamt	kt	3 711	3 683	3 718	3 849	3 610	3 307	3 526	3 366	3 396	3 358
Industrieprozesse	kt	84	80	79	94	107	94	100	110	109	114
Übriger Verkehr[4])	kt	64	58	53	50	44	39	34	31	27	25
Straßenverkehr	kt	65	68	71	75	70	74	79	81	80	76
Haushalte	kt	473	405	386	395	339	304	324	288	277	252
Kleinverbraucher[5])	kt	240	230	243	241	208	204	193	171	171	171
Industriefeuerungen[6])	kt	1 081	1 005	958	964	927	835	861	833	799	780
Kraft- und Fernheizwerke[7])	kt	1 704	1 837	1 928	2 030	1 915	1 757	1 935	1 852	1 933	1 940
Kohlenmonoxid (CO)[1])											
Insgesamt	kt	13 512	13 489	13 495	13 586	13 233	12 959	12 497	11 951	11 746	11 506
Industrieprozesse	kt	903	821	862	959	1 031	795	777	708	735	808
Gewinnung und Verteilung von Brennstoffen	kt	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1
Übriger Verkehr[4])	kt	472	476	483	445	425	402	353	340	320	303
Straßenverkehr	kt	7 417	8 303	8 507	8 590	8 112	8 721	8 544	8 396	8 347	7 901
Haushalte	kt	2 771	2 063	1 799	1 665	1 517	1 231	1 095	975	891	991
Kleinverbraucher[5])	kt	289	258	249	244	228	206	196	177	169	178
Industriefeuerungen[6])	kt	1 621	1 526	1 552	1 640	1 878	1 566	1 490	1 314	1 241	1 281
Kraft- und Fernheizwerke[7])	kt	36	39	40	41	40	37	41	40	42	43

[1]) Ohne natürliche Quellen
[2]) Aus Energieverbrauch und Industrieprozessen mit Klimarelevanz
[3]) Ohne energiebedingte Emissionen
[4]) Land-, Forst- und Bauwirtschaft, Militär-, Schienen-, Küsten- und Binnenschiffsverkehr, nationaler Luftverkehr
[5]) Einschließlich Militärische Dienststellen

im bisherigen Bundesgebiet 1970 bis 1994 *)

Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid

März 1996

1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993 *)	1994 *)
Kohlendioxid (CO_2) [1] [2]														
792	756	722	722	733	723	729	716	707	692	709	744	727	727	728
27	24	21	22	22	20	20	19	20	22	22	22	22	22	22
15	16	16	16	16	15	16	15	15	16	17	16	15	15	16
105	101	103	106	109	109	115	120	124	126	132	135	138	137	134
117	108	102	102	108	115	120	115	105	88	94	109	105	111	103
62	55	51	49	52	55	59	54	52	45	47	53	51	52	51
192	182	166	160	161	160	150	147	148	148	143	143	138	132	135
274	270	263	267	265	249	249	246	243	247	255	267	259	258	267
Stickstoffoxide (NO_X, berechnet als NO_2) [1]														
2 617	2 542	2 525	2 572	2 598	2 540	2 546	2 427	2 306	2 146	1 962	1 954	1 862	1 811	1 766
43	38	30	30	30	27	26	24	21	20	16	14	13	13	13
202	210	212	215	200	202	204	192	191	200	202	191	189	200	200
1 076	1 040	1 072	1 106	1 150	1 141	1 182	1 179	1 150	1 108	1 080	1 052	993	935	883
87	81	77	77	82	88	91	89	80	69	73	85	92	97	90
56	47	46	46	50	49	52	44	41	37	36	40	44	45	44
353	326	299	285	278	271	261	238	235	228	220	220	215	206	210
800	800	789	813	808	762	730	661	588	484	335	352	316	315	326
Schwefeldioxid (SO_2) [1]														
3 164	3 008	2 841	2 664	2 576	2 367	2 228	1 904	1 215	942	885	908	878	870	874
110	107	100	88	95	96	95	93	91	90	85	83	78	78	78
20	20	19	18	16	14	14	12	10	11	11	10	9	9	9
67	65	64	65	61	52	56	56	46	48	51	54	51	50	45
196	167	152	141	140	133	135	119	102	80	83	96	93	98	91
142	111	111	102	111	99	102	74	67	56	51	54	53	54	53
750	682	626	572	528	467	428	396	369	323	309	295	281	269	275
1 879	1 856	1 769	1 678	1 625	1 506	1 398	1 154	530	334	295	316	313	312	323
Kohlenmonoxid (CO) [1]														
11 006	10 031	9 483	9 122	9 232	8 975	8 921	8 612	8 284	7 876	7 426	6 876	6 310	5 956	5 501
772	734	647	639	672	663	620	602	642	643	605	602	562	562	562
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
285	277	265	255	251	241	236	219	201	198	185	160	150	150	150
7 527	6 752	6 597	6 472	6 403	6 151	6 266	6 159	5 902	5 525	5 203	4 626	4 143	3 782	3 359
957	898	846	759	839	876	807	769	647	589	578	637	610	645	598
160	146	143	132	132	136	136	126	122	113	112	115	110	112	110
1 260	1 178	938	817	888	863	811	692	725	764	698	687	685	655	670
44	45	46	47	46	44	44	44	44	44	45	48	49	49	51

[6]) Übriger Umwandlungsbereich, Verarbeitendes Gewerbe und übriger Bergbau; Erdgasverdichterstationen; bei Industriekraftwerken nur Wärmeerzeugung

[7]) Bei Industriekraftwerken nur Stromerzeugung

*) Vorläufige Angaben für 1993 und 1994

Quelle: Umweltbundesamt

Abweichung von älteren Angaben infolge Aktualisierung



Emissionen nach Emittentengruppen

Ammoniak, Distickstoffoxid, Staub,

Stand:

Angaben in kt

Jahr		1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Ammoniak (NH_3)[1]											
Insgesamt	kt	523	509	517	527	531	530	538	549	562	567
Tierhaltung[2]	kt	466	452	458	471	470	469	473	485	496	495
Düngeranwendung[3]	kt	45	46	48	44	48	49	53	53	54	59
Industrieprozesse[4]	kt	10	9	9	9	10	9	8	8	8	9
Sonstige Quellen[5]	kt	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
Distickstoffoxid (N_2O)[1]											
Insgesamt	kt	138	138	138	140	140	128	139	137	142	149
Land- u. Abfallwirtschaft[6]	kt	43	44	44	46	43	46	47	50	51	52
Produktverwendung[7]	kt	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Industrieprozesse[8]	kt	68	67	67	67	70	56	64	61	64	70
Übriger Verkehr[4]	kt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Straßenverkehr	kt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Haushalte	kt	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Kleinverbraucher[9]	kt	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Industriefeuerungen[10]	kt	6	6	6	6	6	5	6	5	5	5
Kraft- und Fernheizwerke[11]	kt	8	9	9	9	9	9	10	9	10	10
Staub[1]											
Insgesamt	kt	1307	1178	1071	1019	933	793	770	714	685	703
Schüttgutumschlag[12]	kt	152	156	159	162	165	165	165	165	165	174
Industrieprozesse[4]	kt	479	429	390	388	353	281	273	244	228	237
Übriger Verkehr[13]	kt	45	39	34	31	26	21	17	16	16	16
Straßenverkehr	kt	22	24	26	25	22	24	22	26	28	31
Haushalte	kt	179	133	116	107	102	79	57	50	46	51
Kleinverbraucher[9]	kt	24	22	22	21	18	17	15	14	14	15
Industriefeuerungen[10]	kt	105	86	65	57	55	48	50	49	44	42
Kraft- und Fernheizwerke[11]	kt	301	289	259	228	192	158	171	150	144	137
Flüchtige organische Verbindungen (NMVOC)[1]											
Insgesamt	kt	2 502	2 547	2 578	2 594	2 551	2 528	2 508	2 492	2 503	2 517
Lösemittelverwendung[13]	kt	1 100	1 100	1 120	1 135	1 150	1 135	1 120	1 110	1 100	1 115
Industrieprozesse[4]	kt	402	377	355	342	304	258	245	219	195	184
Gew. u. Vert. v. Brennst.[14]	kt	115	128	135	137	134	146	152	161	170	172
Übriger Verkehr[8]	kt	72	70	73	71	68	67	62	62	60	61
Straßenverkehr	kt	702	779	809	827	817	854	865	882	921	925
Haushalte	kt	81	64	57	52	48	39	35	31	29	32
Kleinverbraucher[9]	kt	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7
Industriefeuerungen[10]	kt	15	14	13	14	14	13	13	12	12	12
Kraft- und Fernheizwerke[11]	kt	7	7	8	8	8	8	9	8	9	9
FCKW und Halone											
Insgesamt	kt	43	50	56	60	63	64	64	63	63	63
Methan (CH_4)[1]											
Insgesamt	kt	5 384	5 287	5 126	5 049	5 031	4 991	4 926	4 863	4 889	4 949
Abfallwirtschaft[15]	kt	1 484	1 460	1 451	1 442	1 427	1 447	1 467	1 466	1 487	1 509
Landwirtschaft[16]	kt	1 471	1 430	1 452	1 493	1 495	1 498	1 504	1 533	1 561	1 566
Industrieprozesse[4]	kt	42	39	37	36	34	30	28	24	22	22
Gew. u. Vert. v. Brennst.[14]	kt	2 203	2 197	2 035	1 933	1 936	1 891	1 805	1 725	1 705	1 735
Übriger Verkehr[8]	kt	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2
Straßenverkehr	kt	31	34	35	36	34	36	36	37	39	39
Haushalte	kt	115	90	79	73	69	55	51	45	42	44
Kleinverbraucher[9]	kt	13	13	13	12	11	11	10	9	9	9
Industriefeuerungen[10]	kt	15	14	13	14	15	13	14	13	13	14
Kraft- und Fernheizwerke[11]	kt	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9

[1]) Ohne natürliche Quellen
[2]) Stallemissionen, Lagerung und Ausbringung von Mist und Gülle
[3]) Anwendung stickstoffhaltiger Kunstdünger
[4]) Ohne energiebedingte Emissionen
[5]) Straßenverkehr, Feuerungsanlagen, DENOX-Anlagen in Kraftwerken
[6]) Düngemitteleinsatz, Verwendung tierischer Abfälle, Anlagen zur Abwasserstickstoffeliminierung
[7]) Verwendung von Lachgas als Narkosemittel
[8]) Land-, Forst- und Bauwirtschaft, Militär-, Schienen-, Küsten- und Binnenschiffsverkehr, nationaler Luftverkehr
[9]) Einschließlich Militärische Dienststellen
[10]) Übriger Umwandlungsbereich, Verarbeitendes Gewerbe und übriger Bergbau; Erdgasverdichterstationen; bei Industriekraftwerken nur Wärmeerzeugung

im bisherigen Bundesgebiet 1970 bis 1994 *)

Flüchtige organische Verbindungen und Methan

März 1996

1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993 *)	1994 *)
Ammoniak (NH_3) [1]														
572	557	564	576	585	588	580	572	560	556	554	537	530	524	518
497	492	496	510	515	516	508	496	485	482	481	462	456	449	444
62	53	59	55	58	61	61	64	62	60	55	54	51	51	50
9	9	6	7	8	8	7	7	7	6	6	5	5	5	5
4	4	4	4	4	4	4	5	7	9	12	16	18	19	19
Distickstoffoxid (N_2O) [1]														
150	153	139	154	163	161	165	162	166	172	168	161	171	166	163
55	58	51	55	53	55	57	59	59	57	60	51	51	51	51
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
67	67	61	73	82	79	79	77	80	88	76	79	89	83	79
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	3	3	4	4	4	5	9	7	7	8	8
3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3
2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
10	10	10	10	10	9	10	9	9	9	10	10	10	10	10
Staub [1]														
673	634	580	556	556	538	495	466	444	413	402	400	381	380	379
174	176	169	166	165	164	161	161	161	161	161	160	153	153	153
222	201	169	155	160	156	144	130	133	133	125	119	110	110	110
15	16	16	16	14	14	14	14	14	14	15	14	14	14	14
30	29	31	32	34	34	36	37	36	36	35	38	37	35	35
49	45	42	36	39	41	37	34	28	25	24	26	25	26	25
15	12	12	11	11	9	9	7	7	6	6	6	6	6	6
40	36	33	34	34	31	29	28	23	15	13	13	12	11	12
128	119	108	106	99	89	65	55	42	23	23	24	24	24	25
Flüchtige organische Verbindungen (NMVOC) [1]														
2 522	2 450	2 460	2 458	2 474	2 447	2 456	2 427	2 372	2 295	2 212	2 097	1 985	1 875	1 783
1 130	1 140	1 150	1 135	1 120	1 110	1 090	1 075	1 050	1 050	1 030	1 020	990	990	990
156	133	116	112	112	112	112	108	109	108	111	111	109	109	109
175	165	168	170	175	171	179	185	192	180	172	157	151	96	75
58	60	61	62	59	59	54	51	49	50	49	45	44	50	50
943	891	907	924	946	933	963	951	920	858	800	711	637	575	506
33	34	32	30	36	38	36	35	30	28	28	30	31	33	30
6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	6	6	6	6
12	12	11	11	12	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10
9	9	9	8	8	7	6	6	6	6	7	7	7	7	7
FCKW und Halone														
63	62	63	62	62	61	61	56	40	36	34	25	15	10	5
Methan (CH_4) [1]														
4 921	4 802	4 692	4 598	4 537	4 605	4 580	4 451	4 341	4 334	4 477	4 213	4 115	4 082	4 049
1 544	1 401	1 269	1 257	1 242	1 248	1 258	1 262	1 263	1 262	1 407	1 291	1 279	1 267	1 255
1 566	1 556	1 571	1 615	1 618	1 623	1 592	1 549	1 523	1 514	1 509	1 449	1 408	1 387	1 371
20	17	15	13	13	13	13	11	10	9	9	7	6	6	6
1 678	1 720	1 733	1 614	1 560	1 617	1 614	1 528	1 450	1 461	1 465	1 379	1 335	1 335	1 335
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
39	36	37	37	38	38	39	39	38	36	35	32	30	29	27
42	41	38	34	37	39	37	35	30	27	27	30	32	34	31
8	7	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5
13	13	12	12	13	12	12	12	12	11	11	11	11	11	11
9	9	9	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

[11]) Bei Industriekraftwerken nur Stromerzeugung
[12]) Grobabschätzung ohne Berücksichtigung von Minderungsmaßnahmen
[13]) In Industrie, Gewerbe und Haushalten
[14]) Verteilung von Ottokraftstoff
[15]) Deponien, Abwasserbehandlung, Klärschlammverwertung
[16]) Fermentation, tierische Abfälle
[17]) Bergbau, lokale Gasverteilungsnetze, Erdöl- und Ergasförderung
*) Vorläufige Angaben für 1993 und 1994

Quelle: Umweltbundesamt

Abweichung von älteren Angaben infolge Aktualisierung



Emissionen nach Emittentengruppen in der ehemaligen

Kohlendioxid, Stickstoffoxide,

Angaben in kt (bei CO_2 in Mio. t) Stand: .

Jahr		1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Kohlendioxid (CO_2)[1] [2]											
Insgesamt	Mt	296	297	295	306	300	308	313	316	323	328
Industrieprozesse[3]	Mt	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10
Übriger Verkehr[4]	Mt	11	11	11	11	11	10	10	10	10	9
Straßenverkehr	Mt	9	10	10	11	11	12	12	13	13	14
Haushalte	Mt	30	29	30	29	28	28	30	30	30	33
Kleinverbraucher[5]	Mt	28	27	24	27	26	27	29	30	32	34
Industriefeuerungen[6]	Mt	105	104	100	105	103	105	100	96	98	97
Kraft- und Fernheizwerke[7]	Mt	106	109	112	115	113	117	123	128	130	131
Stickstoffoxide (NO_X, berechnet als NO_2)[1]											
Insgesamt	kt	639	645	652	680	682	701	708	722	739	747
Industrieprozesse[3]	kt	19	19	19	18	19	19	19	19	19	19
Übriger Verkehr[4]	kt	73	77	79	82	85	88	91	93	95	93
Straßenverkehr	kt	69	71	76	80	85	86	89	95	99	101
Haushalte	kt	30	30	30	29	29	29	30	30	31	34
Kleinverbraucher[5]	kt	36	32	32	36	35	36	39	41	44	47
Industriefeuerungen[6]	kt	225	223	217	230	228	236	222	216	221	219
Kraft- und Fernheizwerke[7]	kt	187	193	199	205	201	207	218	228	230	234
Schwefeldioxid (SO_2)[1]											
Insgesamt	kt	4 012	4 009	4 025	4 153	4 077	4 176	4 296	4 372	4 477	4 440
Industrieprozesse[3]	kt	194	194	197	202	205	208	218	220	230	222
Übriger Verkehr[4]	kt	76	78	76	75	67	56	52	46	43	39
Straßenverkehr	kt	23	23	24	25	26	26	27	28	29	30
Haushalte	kt	448	443	446	425	419	418	425	402	390	414
Kleinverbraucher[5]	kt	463	422	430	480	458	459	479	491	505	510
Industriefeuerungen[6]	kt	1 254	1 259	1 223	1 288	1 247	1 274	1 227	1 193	1 235	1 211
Kraft- und Fernheizwerke[7]	kt	1 554	1 590	1 629	1 658	1 655	1 735	1 868	1 992	2 045	2 014
Kohlenmonoxid (CO)[1]											
Insgesamt	kt	2 576	2 564	2 603	2 600	2 619	2 629	2 723	2 777	2 838	2 994
Industrieprozesse[3]	kt	125	125	125	125	124	124	124	124	124	124
Gewicht und Verteilung von Brennstoff	kt	34	33	32	33	32	31	32	32	32	32
Übriger Verkehr[4]	kt	164	173	180	183	188	193	181	189	192	181
Straßenverkehr	kt	448	474	508	548	592	603	644	684	724	740
Haushalte	kt	1 339	1 313	1 323	1 260	1 244	1 242	1 303	1 320	1 327	1 460
Kleinverbraucher[5]	kt	88	77	76	80	80	81	87	88	90	94
Industriefeuerungen[6]	kt	315	304	292	303	292	286	280	264	272	285
Kraft- und Fernheizwerke[7]	kt	63	65	67	68	67	69	72	76	77	78

[1]) Ohne natürliche Quellen
[2]) Aus Energieverbrauch und Industrieprozessen mit Klimarelevanz
[3]) Ohne energiebedingte Emissionen
[4]) Land-, Forst- und Bauwirtschaft, Militär-, Schienen-, Küsten- und Binnenschiffsverkehr, nationaler Luftverkehr
[5]) Einschließlich Militärische Dienststellen

DDR/den neuen Bundesländern 1970 bis 1994 *)
Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid
März 1996

1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993 *)	1994 *)
Kohlendioxid (CO_2) [1]) [2])														
323	325	323	320	337	353	355	358	352	348	305	232	200	184	173
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	6	2	3	3	3
9	9	8	8	8	8	8	8	7	7	5	4	3	3	3
12	12	11	11	11	12	12	13	14	14	18	19	22	23	24
35	34	35	32	33	37	38	39	36	32	35	23	18	17	14
32	30	29	30	34	36	35	38	34	33	29	21	14	16	15
98	97	94	94	97	99	96	96	94	93	70	42	30	25	23
127	133	136	135	144	151	156	154	157	159	143	122	110	97	91
Stickstoffoxide (NO_x, berechnet als NO_2) [1])														
717	717	694	686	707	736	740	750	743	746	678	555	495	463	444
19	19	18	18	19	20	24	25	24	24	18	12	10	10	10
92	92	79	79	79	83	81	79	78	79	64	53	39	37	37
87	88	87	87	89	90	92	97	102	109	143	155	162	164	163
36	35	35	33	34	37	38	40	36	33	35	22	17	16	13
41	37	34	36	38	40	39	44	38	36	32	22	14	16	15
216	211	202	195	195	200	192	194	190	188	134	75	57	48	44
226	235	239	238	253	266	274	271	275	277	252	216	196	173	162
Schwefeldioxid (SO_2) [1])														
4 350	4 433	4 599	4 682	5 057	5 365	5 413	5 443	5 263	5 254	4 441	3 264	2 558	2 283	2 121
228	236	248	224	231	263	260	276	267	266	140	7	7	7	7
36	33	29	29	29	29	27	24	23	22	18	5	3	3	3
24	23	19	18	19	20	19	24	23	24	26	8	8	7	6
429	428	431	403	399	429	432	449	396	343	367	214	135	128	105
497	500	500	530	559	561	535	558	510	481	411	236	140	160	150
1 212	1 202	1 187	1 214	1 283	1 318	1 292	1 278	1 262	1 266	965	635	388	323	297
1 924	2 011	2 185	2 264	2 537	2 745	2 848	2 834	2 782	2 852	2 514	2 159	1 877	1 655	1 553
Kohlenmonoxid (CO) [1])														
3 040	2 996	2 955	2 858	2 944	3 159	3 214	3 324	3 212	3 109	3 317	2 170	1 616	1 423	1 237
123	123	122	122	122	121	121	120	120	115	79	43	37	35	33
32	31	30	28	30	30	30	30	28	28	27	22	15	13	12
182	184	151	155	155	168	157	154	144	150	67	48	34	33	33
708	717	710	733	747	770	802	847	906	972	1 284	967	819	675	594
1 534	1 495	1 505	1 381	1 421	1 578	1 624	1 686	1 538	1 385	1 507	875	555	524	432
98	99	98	103	116	119	117	122	114	108	95	54	31	35	33
287	269	259	256	268	283	271	274	269	257	173	88	60	50	46
76	78	80	80	85	90	92	91	93	94	85	73	65	57	54

[6]) Übriger Umwandlungsbereich, Verarbeitendes Gewerbe und übriger Bergbau; Erdgasverdichterstationen; bei Industriekraftwerken nur Wärmeerzeugung
[7]) Bei Industriekraftwerken nur Stromerzeugung
*) Vorläufige Angaben für 1993 und 1994

Quelle: Umweltbundesamt

Abweichung von älteren Angaben infolge Aktualisierung



Emissionen nach Emittentengruppen in der ehemaligen

Ammoniak, Distickstoffoxid, Staub,

Angaben in kt

Stand:

Jahr		1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Ammoniak (NH_3) [1]											
Insgesamt	kt	218	225	232	239	246	245	247	252	254	256
Tierhaltung [2]	kt	187	191	195	200	207	205	203	207	208	211
Düngeranwendung [3]	kt	20	23	26	27	27	27	30	31	31	30
Industrieprozesse [4]	kt	9	9	9	10	10	11	12	12	13	13
Sonstige Quellen [5]	kt	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Distickstoffoxid (N_2O) [1]											
Insgesamt	kt	38	41	43	44	44	44	47	47	48	47
Land- u. Abfallwirtschaft [6]	kt	19	22	24	25	25	25	28	28	29	27
Produktverwendung [7]	kt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Industrieprozesse [4]	kt	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Verkehr [8]	kt	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Haushalte	kt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kleinverbraucher [9]	kt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Industriefeuerungen [10]	kt	4	3	3	4	3	4	3	3	3	3
Kraft- und Fernheizwerke [11]	kt	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Staub [1]											
Insgesamt	kt	1 967	1 939	1 898	1 968	1 916	1 940	1 929	1 892	1 928	1 908
Schüttgutumschlag [12]	kt	120	120	120	120	120	120	120	120	120	122
Industrieprozesse [4]	kt	474	471	464	504	499	517	490	467	483	462
Übriger Verkehr [13]	kt	42	44	43	42	37	31	28	26	24	22
Straßenverkehr	kt	7	7	8	8	9	9	9	10	9	8
Haushalte	kt	98	97	98	93	92	92	96	97	98	107
Kleinverbraucher [9]	kt	174	149	143	156	155	161	172	174	178	186
Industriefeuerungen [10]	kt	655	647	611	629	597	584	567	528	541	522
Kraft- und Fernheizwerke [11]	kt	397	404	411	416	407	426	447	470	475	479
Flüchtige organische Verbindungen (NMVOC) [1]											
Insgesamt	kt	475	499	526	555	584	609	627	666	697	706
Lösemittelverwendung [14]	kt	80	86	93	101	105	115	115	128	136	135
Industrieprozesse	kt	30	31	34	37	40	44	45	47	49	49
Gew. u. Vert. v. Brennst. [15]	kt	18	19	20	22	24	24	25	27	29	29
Übriger Verkehr [13]	kt	60	64	67	69	72	77	73	77	79	75
Straßenverkehr	kt	209	221	234	251	269	275	292	309	326	332
Haushalte	kt	65	65	65	62	61	61	64	65	65	72
Kleinverbraucher [9]	kt	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5
Industriefeuerungen [10]	kt	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6
Kraft- und Fernheizwerke [11]	kt	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
FCKW und Halone											
Insgesamt	kt	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
Methan (CH_4) [1]											
Insgesamt	kt	1 011	1 024	1 049	1 071	1 096	1 104	1 112	1 135	1 146	1 164
Abfallwirtschaft [16]	kt	276	282	292	299	310	323	333	343	353	361
Landwirtschaft [17]	kt	568	579	589	603	617	612	606	616	619	624
Industrieprozesse [4]	kt	3	4	4	4	4	4	4	5	5	4
Gew. u. Vert. v. Brennst. [18]	kt	72	68	71	73	73	73	74	72	68	68
Übriger Verkehr [13]	kt	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3
Straßenverkehr	kt	10	10	11	12	13	13	14	15	16	16
Haushalte	kt	65	65	65	62	62	62	65	66	67	73
Kleinverbraucher [9]	kt	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
Industriefeuerungen [10]	kt	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7
Kraft- und Fernheizwerke [11]	kt	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

[1]) Ohne natürliche Quellen
[2]) Stallemissionen, Lagerung und Ausbringung von Mist und Gülle
[3]) Anwendung stickstoffhaltiger Kunstdünger
[4]) Ohne energiebedingte Emissionen
[5]) Straßenverkehr, Feuerungsanlagen, DENOX-Anlagen in Kraftwerken
[6]) Düngemitteleinsatz, Verwendung tierischer Abfälle, Anlagen zur Abwasserstickstoffeliminierung noch nicht erfaßt
[7]) Verwendung von Lachgas als Narkosemittel
[8]) Straßenverkehr; Land-, Forst- und Bauwirtschaft, Militär-, Schienen-, Küsten- und Binnenschiffsverkehr, nationaler Luftverkehr
[9]) Einschließlich Militärische Dienststellen
[10]) Übriger Umwandlungsbereich, Verarbeitendes Gewerbe und übriger Bergbau; Erdgasverdichterstationen; bei Industriekraftwerken nur Wärmeerzeugung

DDR/den neuen Bundesländern 1970 bis 1994 *)

Flüchtige organische Verbindungen und Methan

März 1996

1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993 *)	1994 *)
Ammoniak (NH_3) [1])														
263	264	253	265	268	269	266	265	270	262	205	133	119	110	104
218	220	214	221	224	222	221	217	217	214	173	109	97	94	89
30	30	24	28	28	31	28	31	35	31	20	16	13	9	8
13	12	13	14	14	14	15	15	16	15	10	6	5	3	3
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4
Distickstoffoxid (N_2O) [1])														
47	47	42	45	46	48	46	48	52	48	44	31	27	25	23
28	28	23	26	26	28	26	28	32	28	25	18	16	16	15
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	6	5	4	3	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1
4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	3
Staub [1])														
1 936	1 997	1 938	1 962	2 071	2 116	2 113	2 090	2 064	2 027	1 622	757	439	406	375
124	126	128	128	128	128	129	129	129	129	120	100	47	45	40
483	480	457	449	454	456	462	444	436	424	306	32	20	20	20
21	20	19	19	20	19	18	16	15	15	13	11	8	8	8
7	6	6	5	5	5	5	5	5	5	6	6	7	7	7
114	112	112	103	106	118	121	126	115	103	110	64	39	37	30
189	194	190	202	230	235	232	244	225	218	179	78	49	56	53
529	567	519	544	584	586	566	556	552	536	434	173	90	75	69
469	492	507	512	544	569	580	570	587	597	454	293	179	158	148
Flüchtige organische Verbindungen (NMVOC) [1])														
702	702	674	694	717	743	762	793	816	851	943	651	520	414	352
136	136	126	138	144	144	145	146	147	149	130	114	100	100	100
50	50	52	50	49	49	49	50	51	55	45	32	27	27	27
29	29	28	28	29	30	32	33	35	38	48	41	30	21	13
75	76	62	64	63	69	65	64	60	62	29	22	15	15	15
322	323	317	331	346	356	374	400	432	463	604	392	315	220	171
76	75	76	70	72	80	82	85	77	70	75	43	28	26	22
5	5	5	5	5	6	6	6	5	5	4	2	1	2	2
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	4	2	1	1	1
3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	3	3	2	2	2
FCKW und Halone														
11	12	12	12	13	13	13	13	13	13	9	9	7	5	3
Methan (CH_4) [1])														
1 196	1 218	1 222	1 241	1 266	1 310	1 295	1 299	1 307	1 289	1 205	1 037	1 079	1 121	1 166
367	381	390	401	405	442	423	430	451	439	463	522	603	650	700
641	645	634	649	659	656	653	644	642	640	535	356	310	301	289
5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	3	2	2	2
72	79	85	85	93	93	96	97	94	94	84	85	115	125	140
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	0	0	0
16	16	15	16	17	17	18	20	21	23	30	19	16	11	9
77	75	76	69	71	79	82	85	77	70	76	44	28	26	22
5	5	5	5	5	6	5	6	5	5	4	3	2	2	2
7	6	6	7	7	7	7	7	7	6	5	2	2	1	1
3	3	3	3	2	4	4	4	3	4	3	3	2	2	2

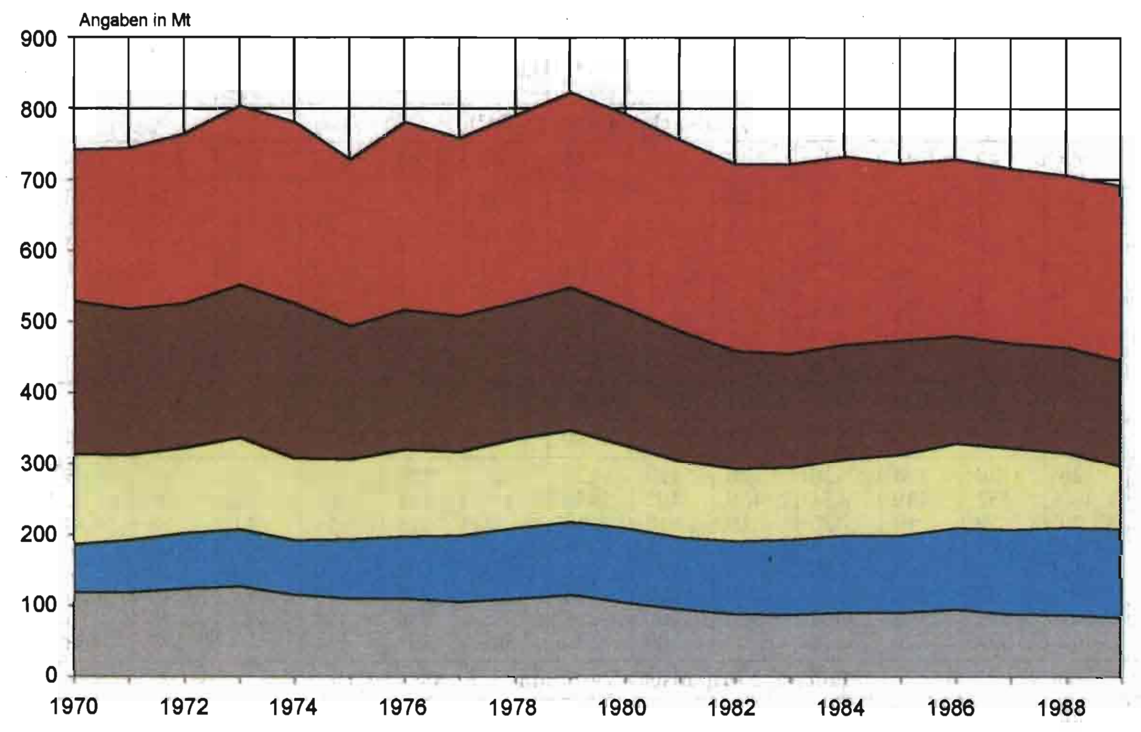
[11]) Bei Industriekraftwerken nur Stromerzeugung
[12]) Grobabschätzung ohne Berücksichtigung von Minderungsmaßnahmen
[13]) Land-, Forst- und Bauwirtschaft, Militär-, Schienen-, Küsten- und Binnenschiffsverkehr, nat. Luftverkehr
[14]) In Industrie, Gewerbe und Haushalten
[15]) Verteilung von Ottokraftstoff
[16]) Deponien, Abwasserbehandlung, Klärschlammverwertung
[17]) Fermentation, tierische Abfälle
[18]) Bergbau, lokale Gasverteilungsnetze, Erdöl- und Ergasförderung
*) Vorläufige Angaben für 1993 und 1994

Quelle: Umweltbundesamt

Abweichung von älteren Angaben infolge Aktualisierung



Emissionen von Kohlendioxid, CO_2 nach Emittentengruppen im bisherigen Bundesgebiet 1970–1989



- Kraft-u.Fernheizwerke 1)
- Industriefeuerungen 2)
- Haushalte
- Straßenverkehr
- Rest

1) Bei Industriekraftwerken nur Stromerzeugung

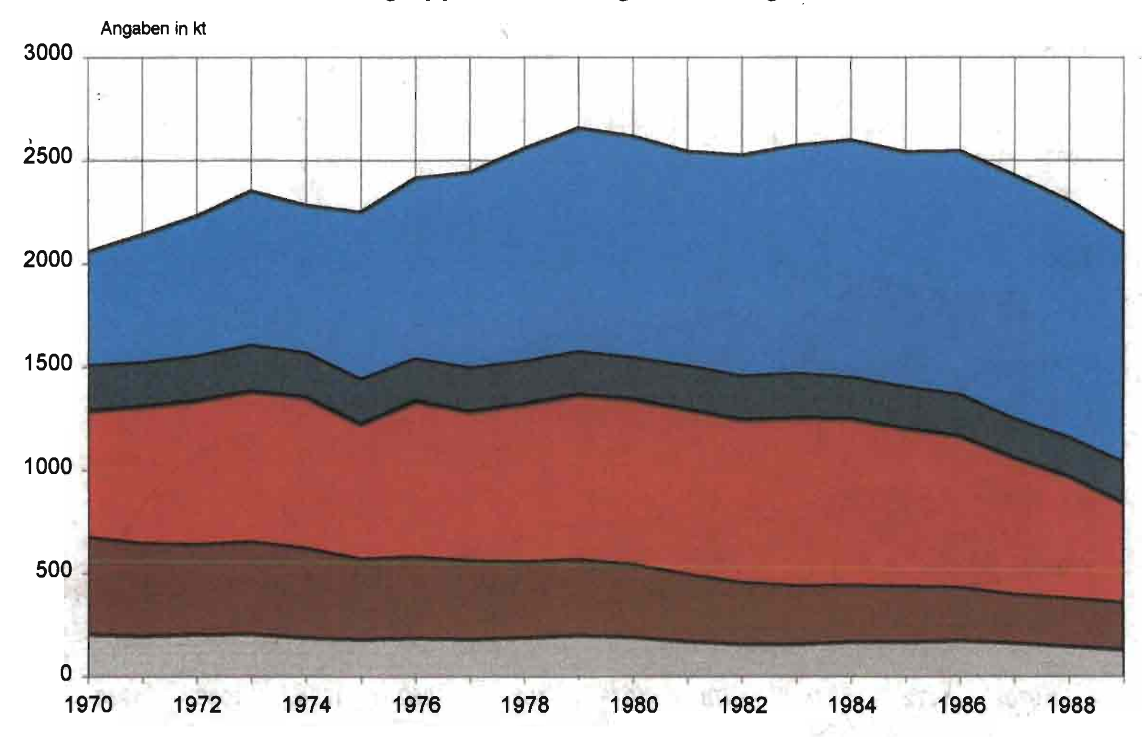
2) Übriger Umwandlungsbereich, Verarbeitendes Gewerbe und übriger Bergbau; Erdgasverdichterstationen; bei Industriekraftwerken nur Wärmeerzeugung

Rest = Übriger Verkehr, Industrieprozesse, Kleinverbraucher

Quelle: Umweltbundesamt



Emissionen von Stickstoffoxiden (berechnet als NO_2) nach Emittentengruppen im bisherigen Bundesgebiet 1970–1989



- Straßenverkehr
- Übriger Verkehr 1)
- Kraft-u.Fernheizwerke 2)
- Industriefeuerungen 3)
- Rest

1) Land-, Forst-, u. Bauwirtschaft, Militär-, Schienen-, Wasser- u. Luftverkehr

2) Bei Industriekraftwerken nur Stromerzeugung

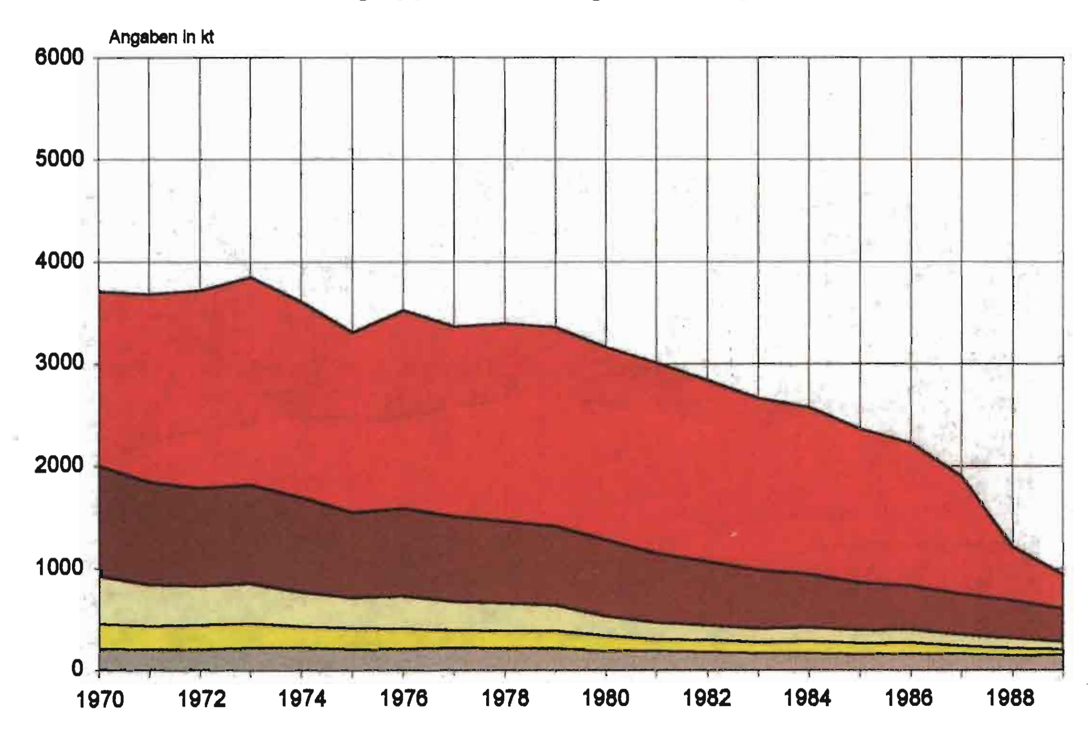
3) Übriger Umwandlungsbereich, Verarbeitendes Gewerbe und übriger Bergbau; Erdgasverdichterstationen; bei Industriekraftwerken nur Wärmeerzeugung

Rest = Kleinverbraucher, Haushalte, Industrieprozesse

Quelle: Umweltbundesamt



Emissionen von Schwefeldioxid, SO_2 nach Emittentengruppen im bisherigen Bundesgebiet 1970–1989



- Kraft-u.Fernheizwerke 1)
- Industriefeuerungen 2)
- Haushalte
- Kleinverbraucher 3)
- Rest

1) Bei Industriekraftwerken nur Stromerzeugung

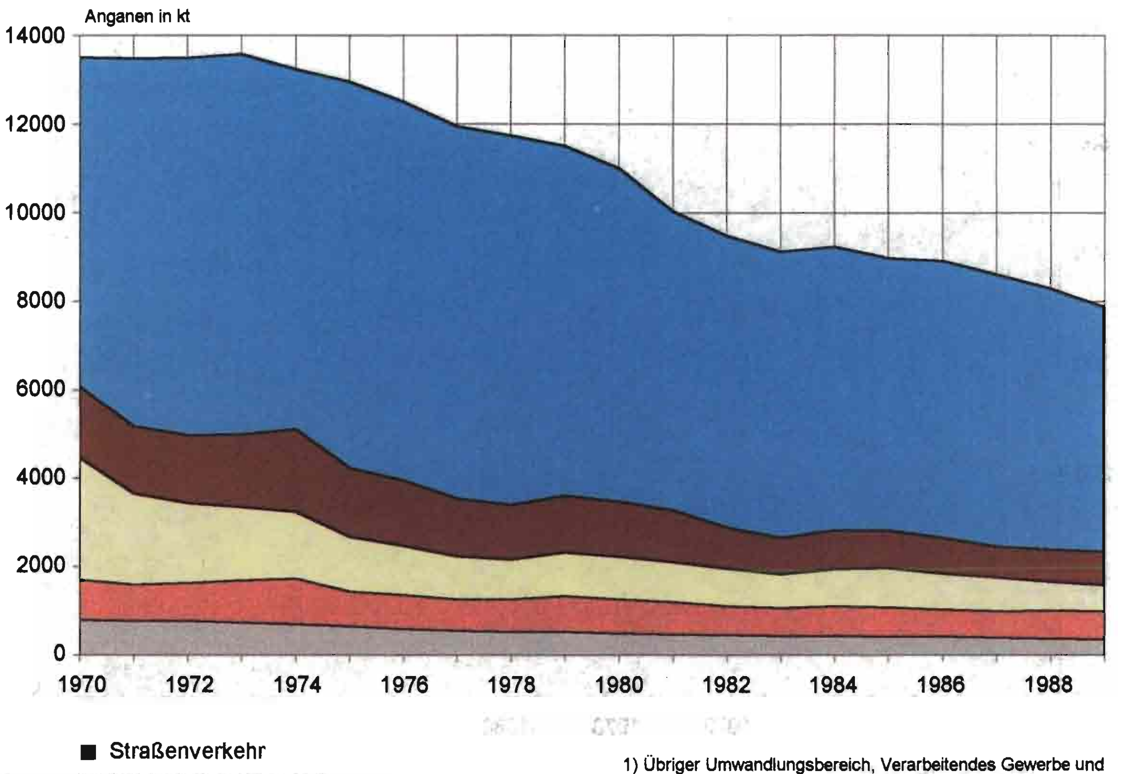
2) Übriger Umwandlungsbereich, Verarbeitendes Gewerbe und übriger Bergbau; Erdgasverdichterstationen; bei Industriekraftwerken nur Wärmeerzeugung

3) Einschließlich Militärische Dienststellen

Rest = Straßen-u.übriger Verkehr, Industrieprozesse

Quelle: Umweltbundesamt

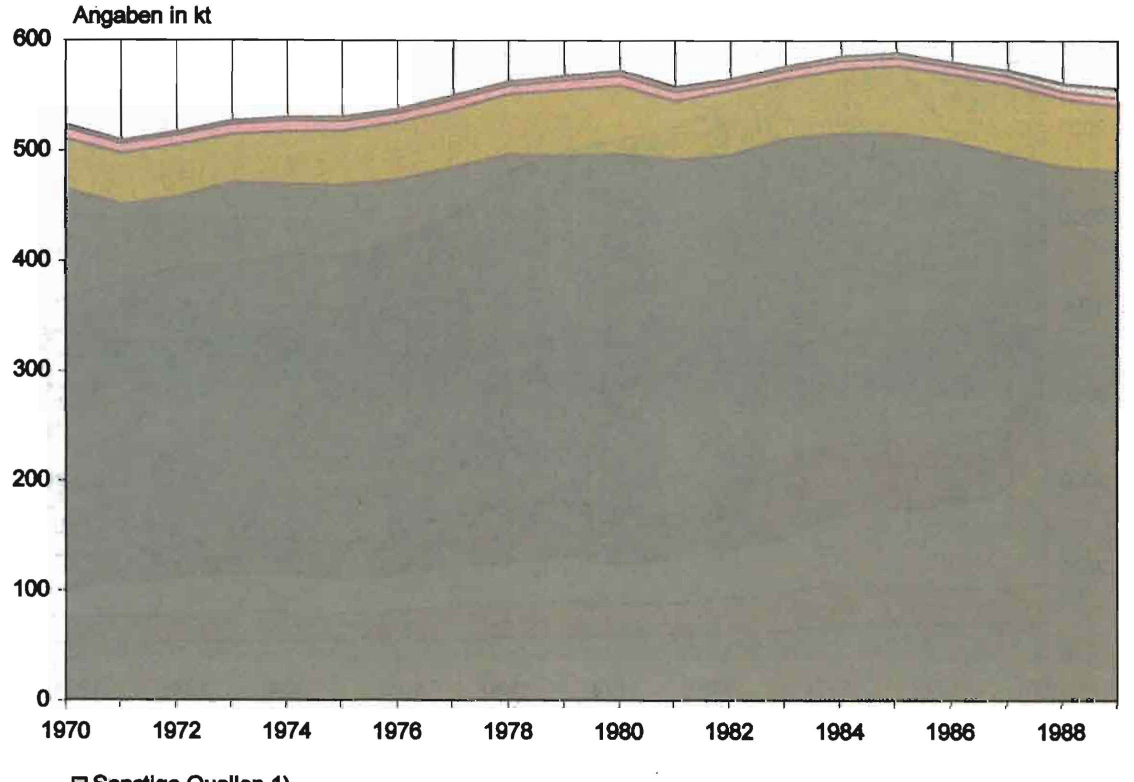




Quelle: Umweltbundesamt



Emissionen von Ammoniak, NH_3
nach Emittentengruppen im bisherigen Bundesgebiet 1970–1989



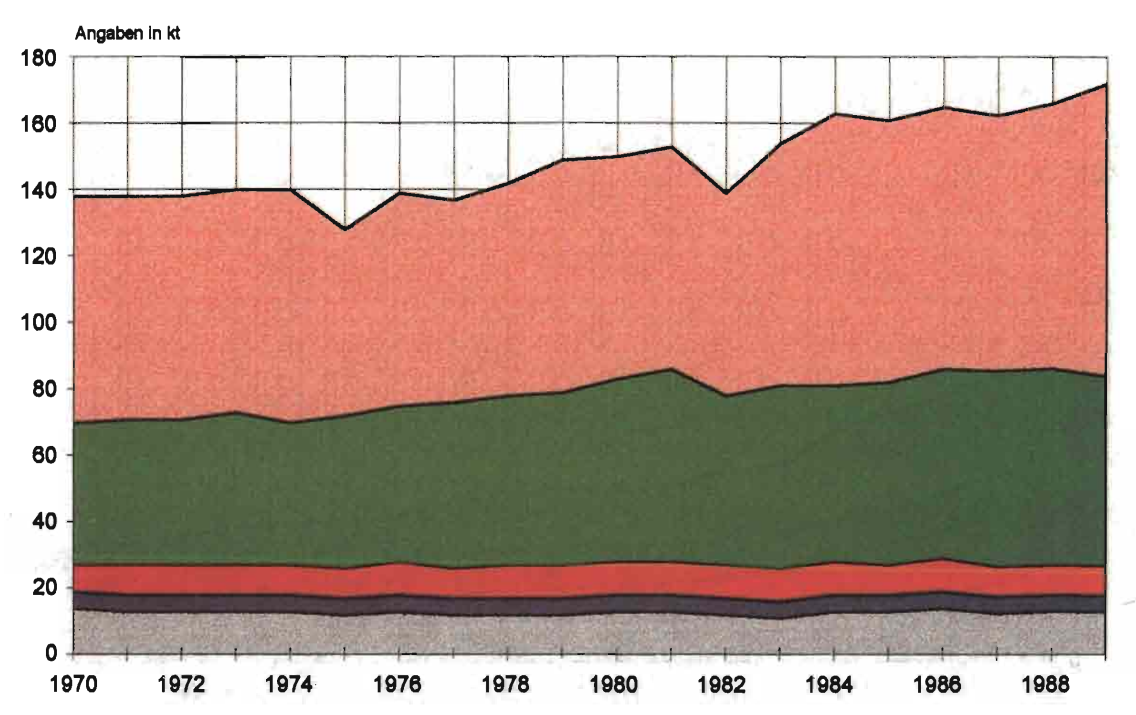
- Sonstige Quellen 1)
- Industrieprozesse 2)
- Düngeranwendung 3)
- Tierhaltung 4)

1) Straßenverkehr, Feuerungsanlagen, DENOX-Anlagen in Kraftwerken
2) Ohne energiebedingte Emissionen
3) Anwendung stickstoffhaltiger Kunstdünger
4) Stallemissionen, Lagerung und Ausbringung von Mist und Gülle

Quelle: Umweltbundesamt

(27)

Emissionen von Distickstoffoxid, N_2O nach Emittentengruppen im bisherigen Bundesgebiet 1970–1989



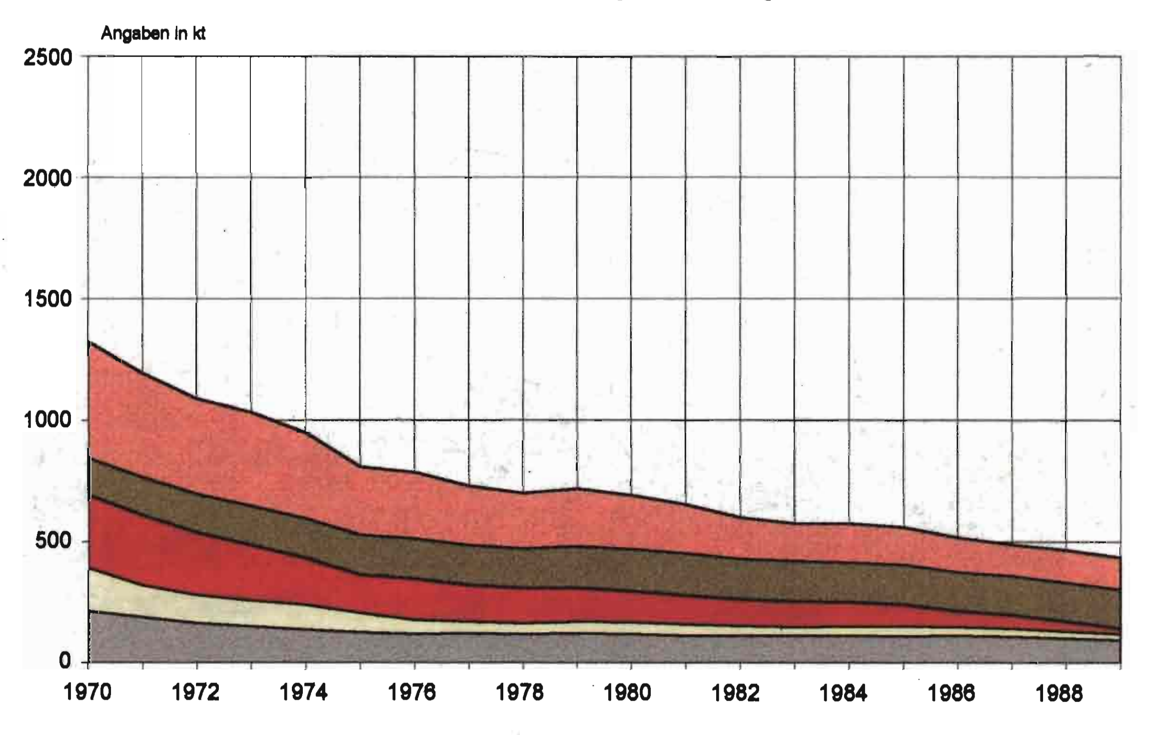
- Industrieprozesse 1)
- Land-u.Abfallwirtsch. 2)
- Kraft-u.Fernheizwerke 3)
- Produktverwendung 4)
- Rest

1) Ohne energiebedingte Emissionen
2) Düngemitteleinsatz, Verwendung tierischer Abfälle, Anlagen zur Abwasserstickstoffeleminierung noch nicht erfaßt
3) Bei Industriekraftwerken nur Stromerzeugung
4) Verwendung von Lachgas als Narkosemittel
Rest = Straßen-u.übriger Verkehr, Haushalte u.Kleinverbraucher, Industriefeuerung

Quelle: Umweltbundesamt



Emissionen von Staub nach Emittentengruppen im bisherigen Bundesgebiet 1970–1989

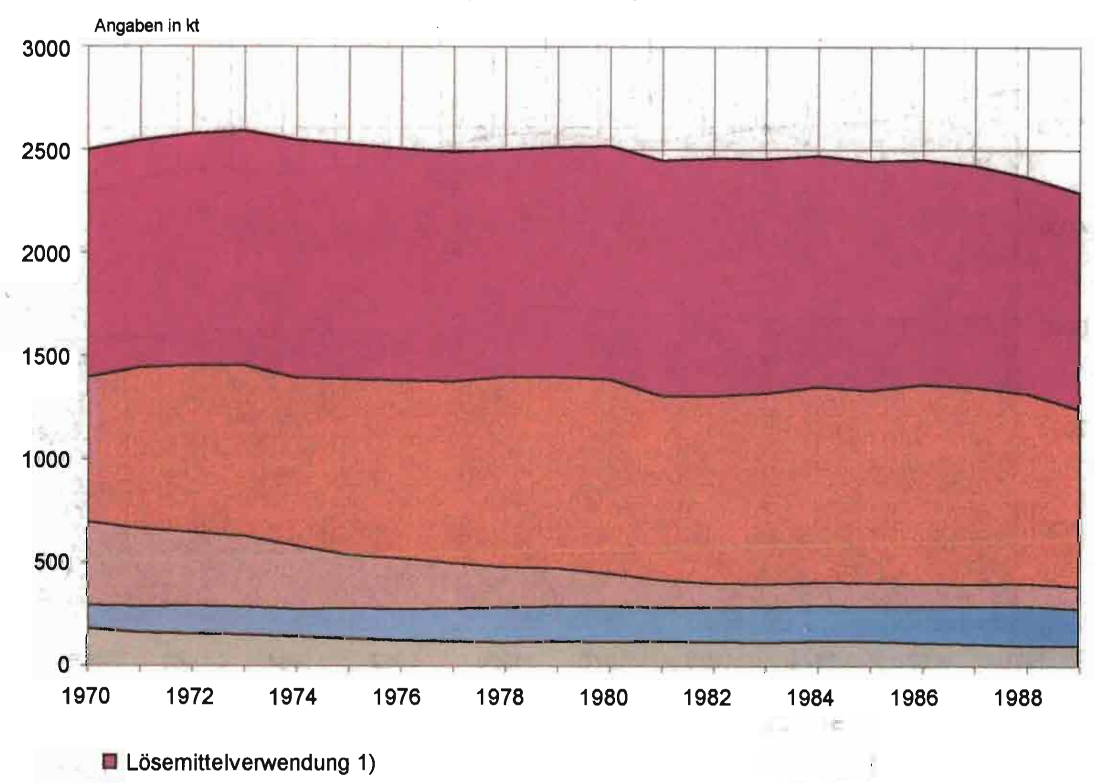


- Industrieprozesse 1)
- Schüttgutumschlag 2)
- Kraft-u. Fernheizwerke 3)
- Haushalte
- Rest

1) Ohne energiebedingte Emissionen
2) Grobabschätzung ohne Berücksichtigung von Minderungsmaßnahmen
3) Bei Industriekraftwerken nur Stromerzeugung
Rest = Kleinverbraucher, Straßen-u. übriger Verkehr, Industriefeuerung

Quelle: Umweltbundesamt





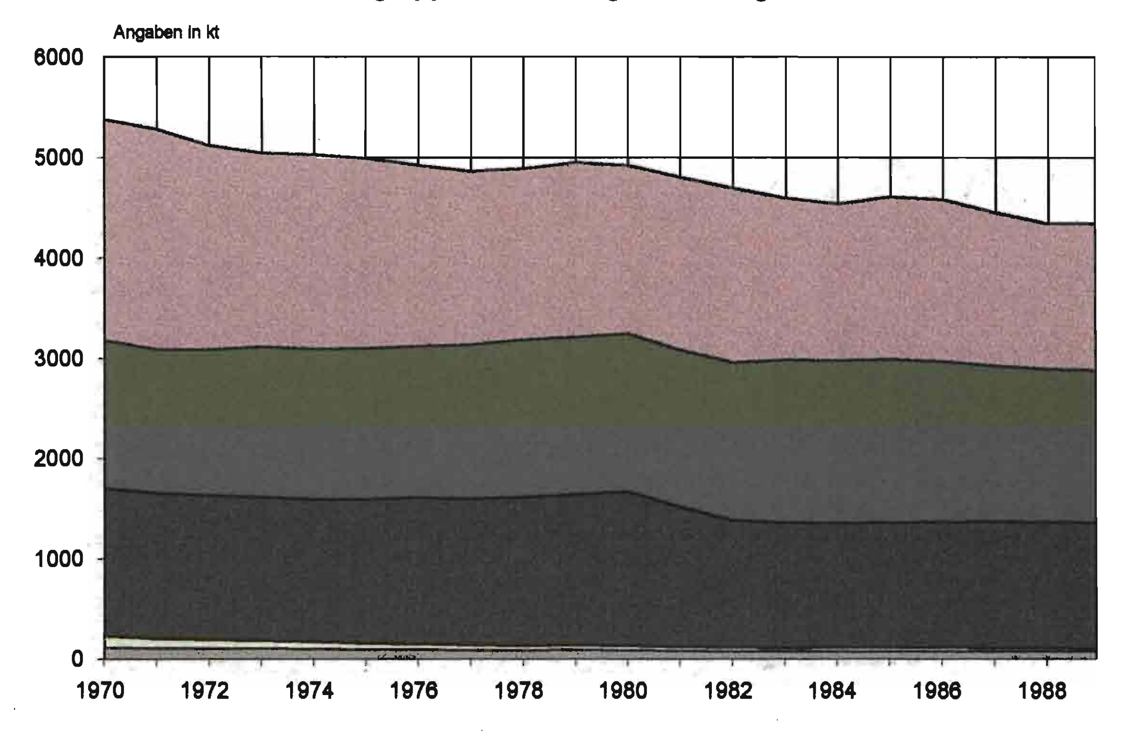
- Lösemittelverwendung 1)
- Straßenverkehr
- Industrieprozesse 2)
- Gew.u.Vert.v.Brennst. 3)
- Rest

1) In Industrie, Gewerbe und Haushalten
2) Ohne energiebedingte Emissionen
3) Bergbau, lokale Gasverteilungsnetze, Erdöl- u.Erdgasförderung
Rest = Kleinverbraucher, Haushalte, Kraft-u.Fernheizwerke, Industriefeuerungen, übriger Verkehr, FCKW und Halone

Quelle: Umweltbundesamt



Emissionen von Methan, CH_4
nach Emittentengruppen im bisherigen Bundesgebiet 1970–1989

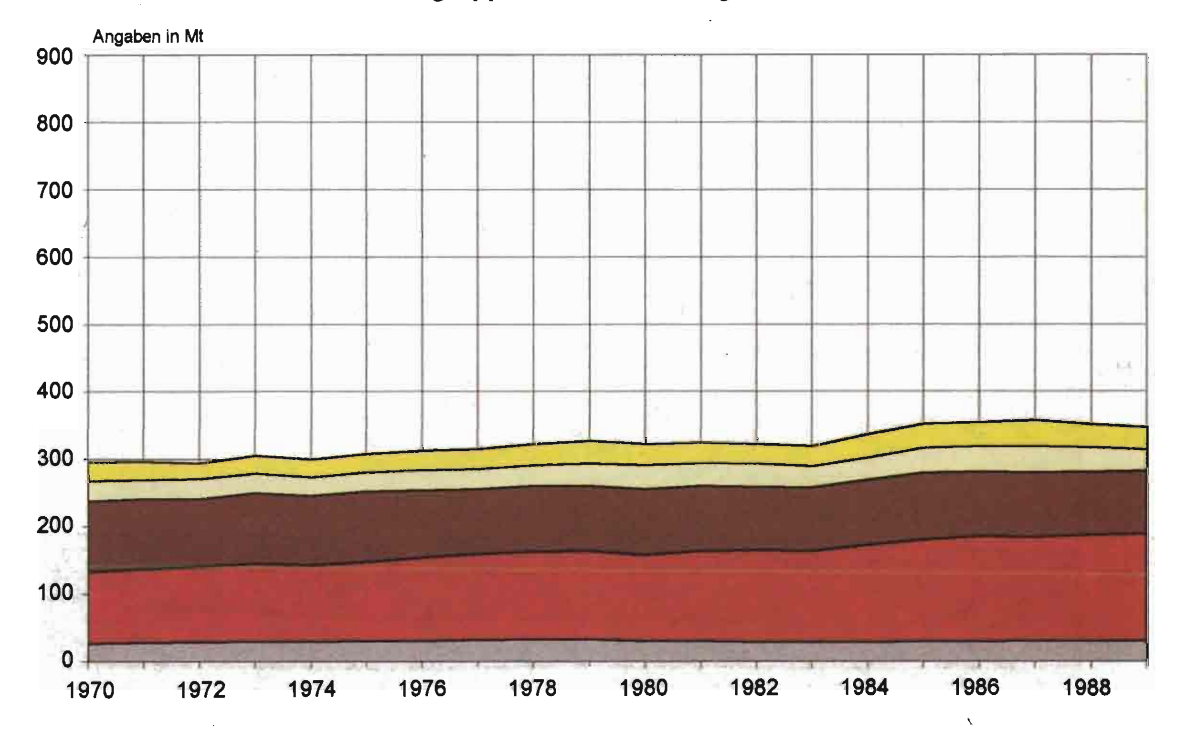


- Gew.u.Vert.v.Brennstoffen 1)
- Landwirtschaft 2)
- Abfallwirtschaft 3)
- Haushalte
- Rest

1) Bergbau, lokale Gasverteilungsnetze, Erdöl- u.Erdgasförderung
2) Fermentation, tierische Abfälle
3) Deponien, Abwasserbehandlung, Klärschlammverwertung
Rest = Straßen-u.übriger Verkehr, Kraft-u.Fernheizwerke, Kleinverbraucher, Industriefeuerung und -prozesse

Quelle: Umweltbundesamt





Kleinverbraucher 1)
Haushalte
Industriefeuerungen 2)
Kraft-u.Fernheizwerke 3)
Rest

1) Einschließlich Militärische Dienststellen

2) Übriger Umwandlungsbereich, Verarbeitendes Gewerbe und übriger Bergbau; Erdgasverdichterstationen; bei Industriekraftwerken nur Wärmeerzeugung

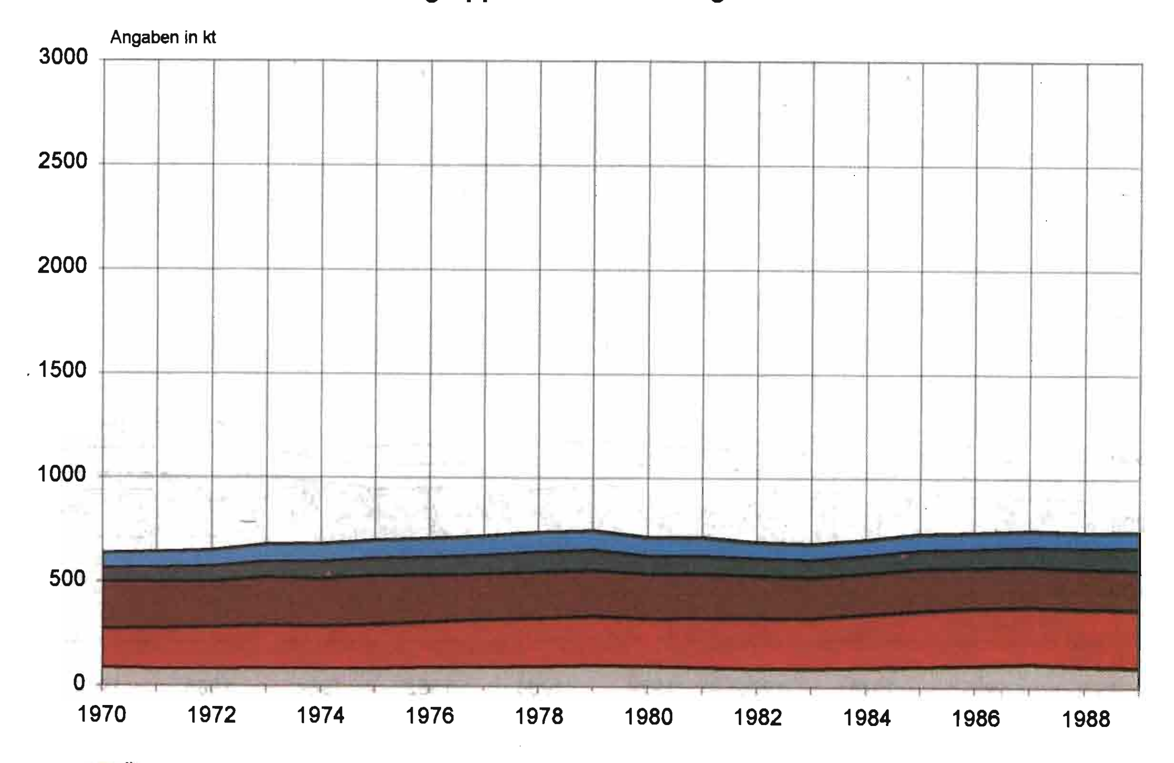
3) Bei Industriekraftwerken nur Stromerzeugung

Rest = Industrieprozesse, Straßen- u. übriger Verkehr

Quelle: Umweltbundesamt



Emissionen von Stickstoffoxiden (berechnet als NO_2) nach Emittentengruppen in der ehemaligen DDR 1970–1989



- Übriger Verkehr 1)
- Straßenverkehr
- Industriefeuerungen 2)
- Kraft-u.Fernheizwerke 3)
- Rest

1) Land-, Forst-, u. Bauwirtschaft, Militär-, Schienen-, Wasser- u. Luftverkehr

2) Übriger Umwandlungsbereich, Verarbeitendes Gewerbe und übriger Bergbau; Erdgasverdichterstationen; bei Industriekraftwerken nur Wärmeerzeugung

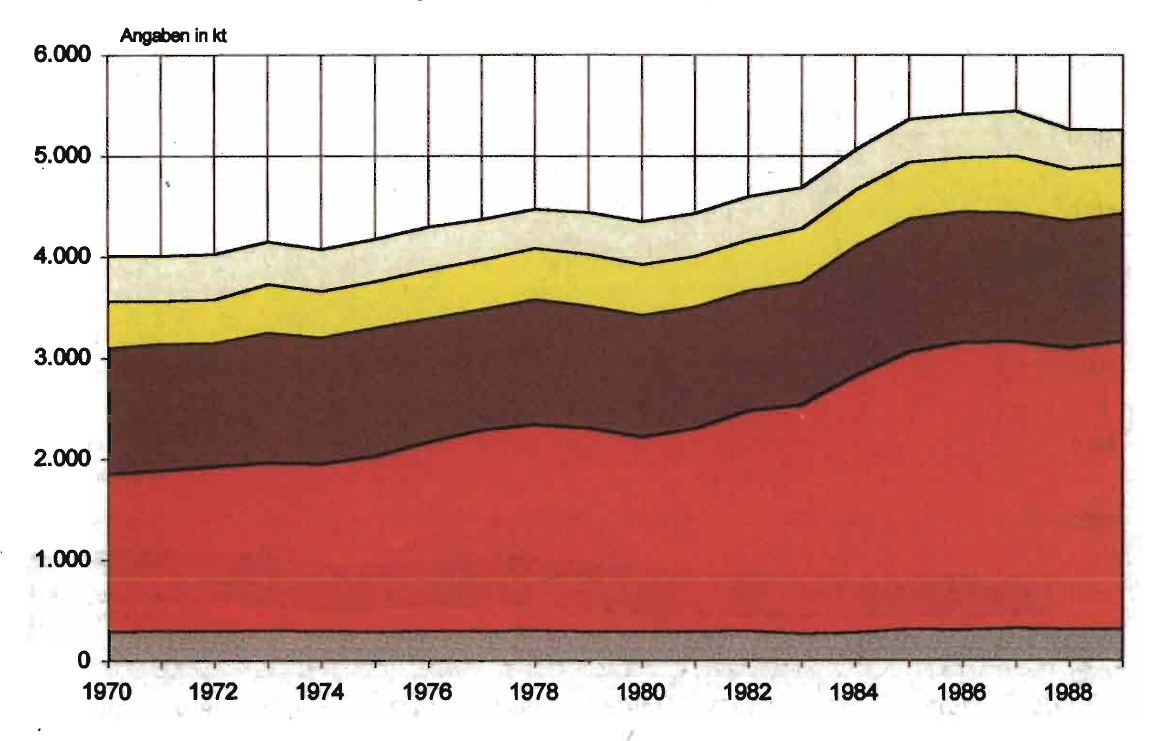
3) Bei Industriekraftwerken nur Stromerzeugung

Rest = Kleinverbraucher, Haushalte, Industrieprozesse

Quelle: Umweltbundesamt



Emissionen von Schwefeldioxid, SO_2
nach Emittentengruppen in der ehemaligen DDR 1970–1989



- Haushalte
- Kleinverbraucher 1)
- Industriefeuerungen 2)
- Kraft-u.Fernheizwerke 3)
- Rest

1) Einschließlich Militärische Dienststellen

2) Übriger Umwandlungsbereich, Verarbeitendes Gewerbe und übriger Bergbau; Erdgasverdichterstationen; bei Industriekraftwerken nur Wärmeerzeugung

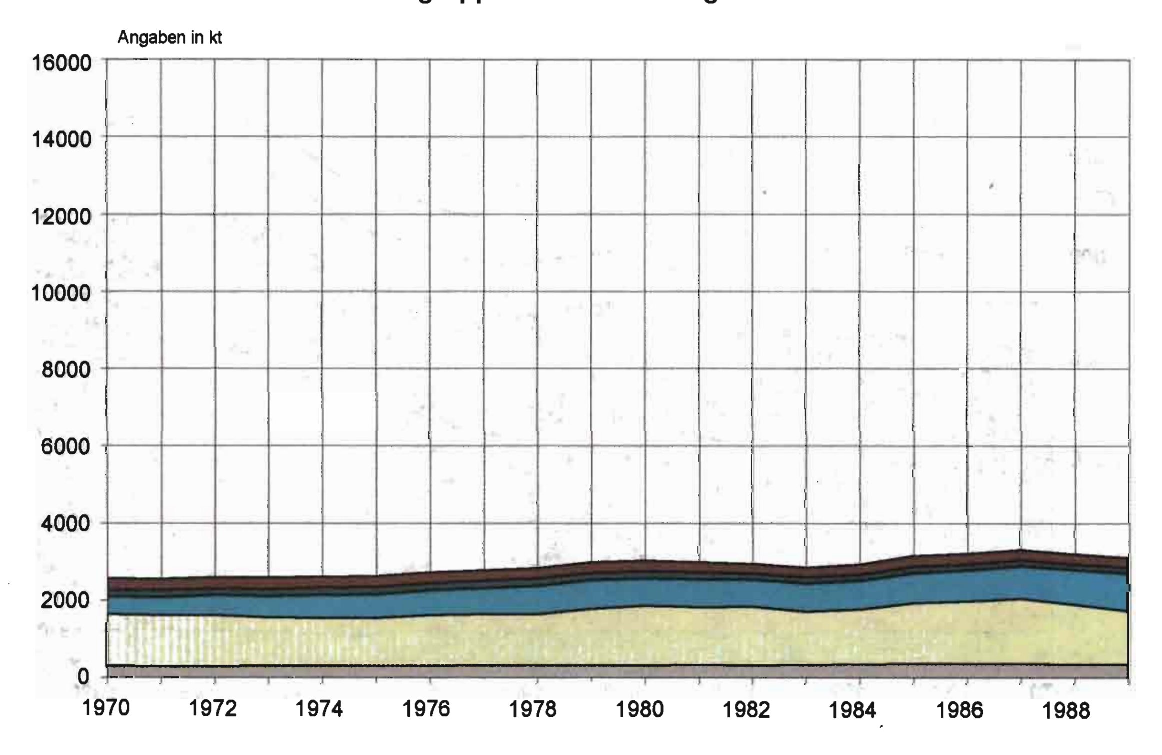
3) Bei Industriekraftwerken nur Stromerzeugung

Rest = Industrieprozesse, Straßen- u. übriger Verkehr

Quelle: Umweltbundesamt



Emissionen von Kohlenmonoxid, CO nach Emittentengruppen in der ehemaligen DDR 1970–1989



- Industriefeuerungen 1)
- Übriger Verkehr 2)
- Straßenverkehr
- Haushalte
- Rest

1) Übriger Umwandlungsbereich, Verarbeitendes Gewerbe und übriger Bergbau; Erdgasverdichterstationen; bei Industriekraftwerken nur Wärmeerzeugung

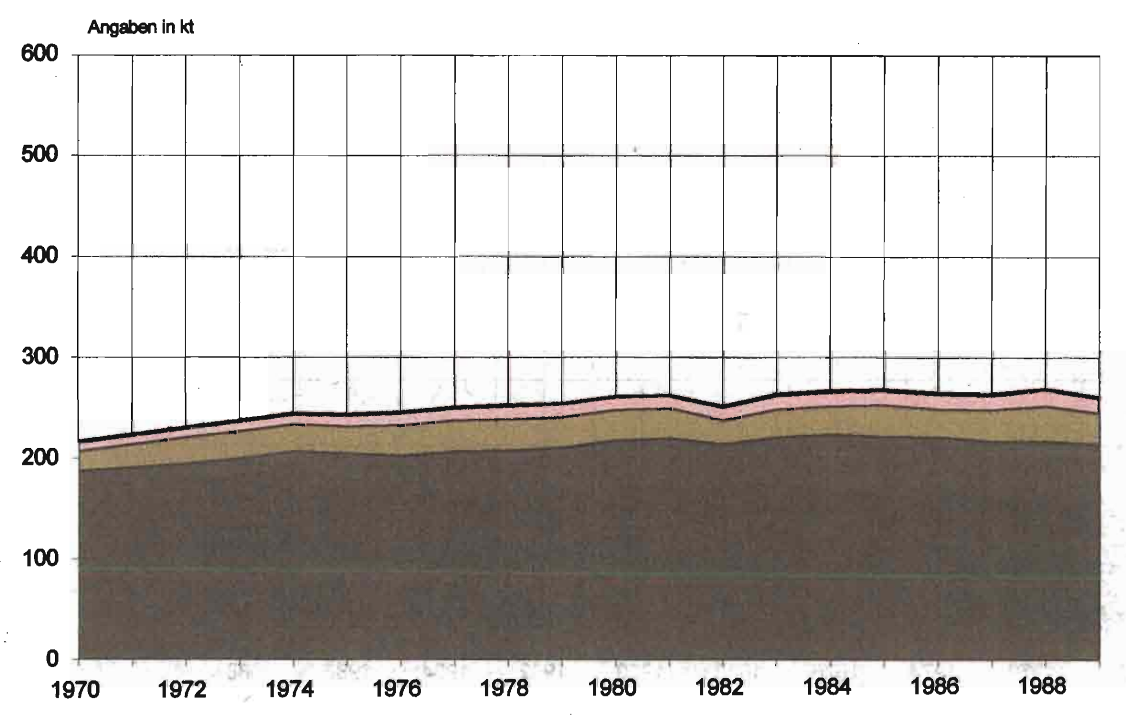
2) Land-, Forst-, u. Bauwirtschaft, Militär-, Schienen-, Wasser- u. Luftverkehr

Rest = Industrieprozesse, Kleinverbraucher, Kraft-u.Fernheizwerke, Gewinnung u. Verteilung v. Brennstoffen

Quelle: Umweltbundesamt



Emissionen von Ammoniak, NH_3 nach Emittentengruppen in der ehemaligen DDR 1970–1989



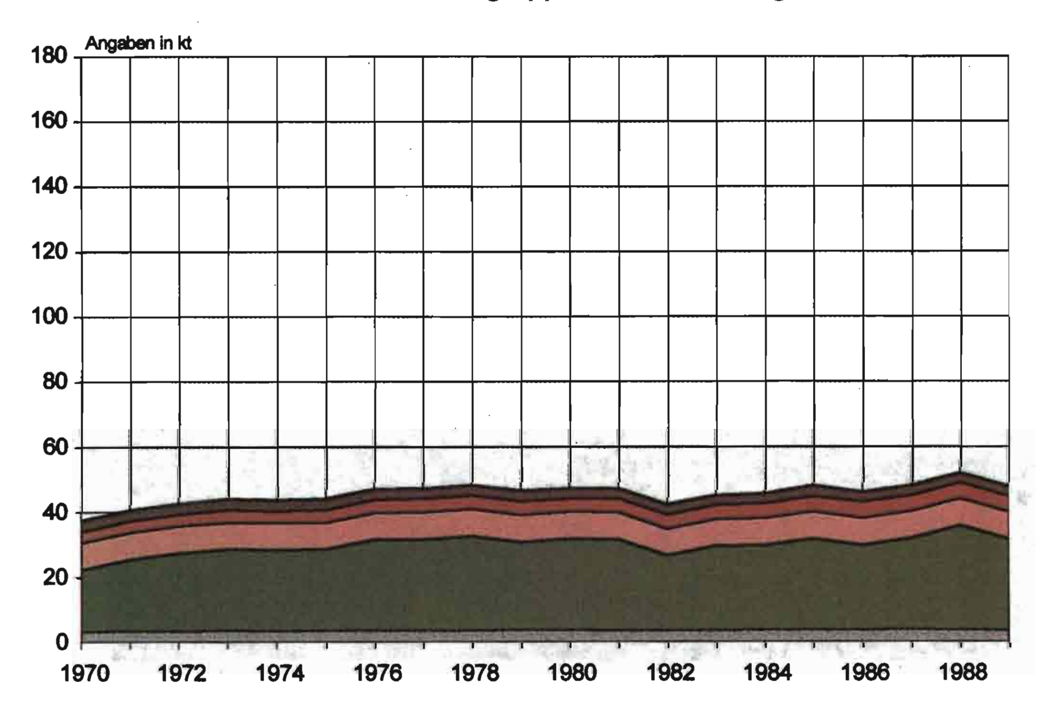
- Sonstige Quellen 1)
- Industrieprozesse 2)
- Düngeranwendung 3)
- Tierhaltung 4)

1) Straßenverkehr, Feuerungsanlagen, DENOX - Anlagen in Kraftwerken
2) Ohne energiebedingte Emissionen
3) Anwendung stickstoffhaltiger Kunstdünger
4) Stallemissionen, Lagerung und Ausbringung von Mist und Gülle

Quelle: Umweltbundesamt



Emissionen von Distickstoffoxid, N_2O nach Emittentengruppen in der ehemaligen DDR 1970–1989



- Industriefeuerungen 1)
- Kraft-u. Fernheizwerke 2)
- Industrieprozesse 3)
- Land-u. Abfallwirtschaft 4)
- Rest

1) Übriger Umwandlungsbereich, Verarbeitendes Gewerbe und übriger Bergbau; Erdgasverdichterstationen; bei Industriekraftwerken nur Wärmeerzeugung

2) Bei Industriekraftwerken nur Stromerzeugung

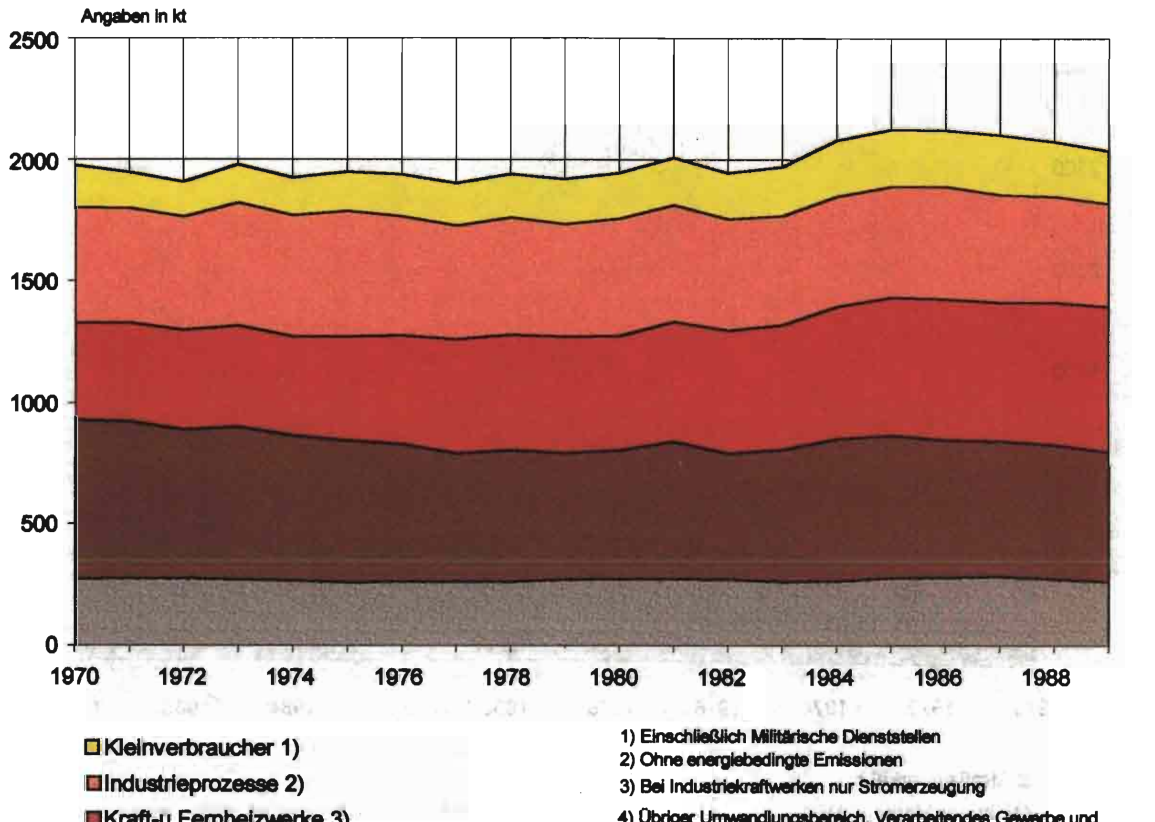
3) Ohne energiebedingte Emissionen

4) Düngemitteleinsatz, Verwendung tierischer Abfälle, Anlagen zur Abwasserstickstoffeleminierung

Rest = Produktverwendung, Kleinverbraucher, Haushalte, Verkehr

Quelle: Umweltbundesamt

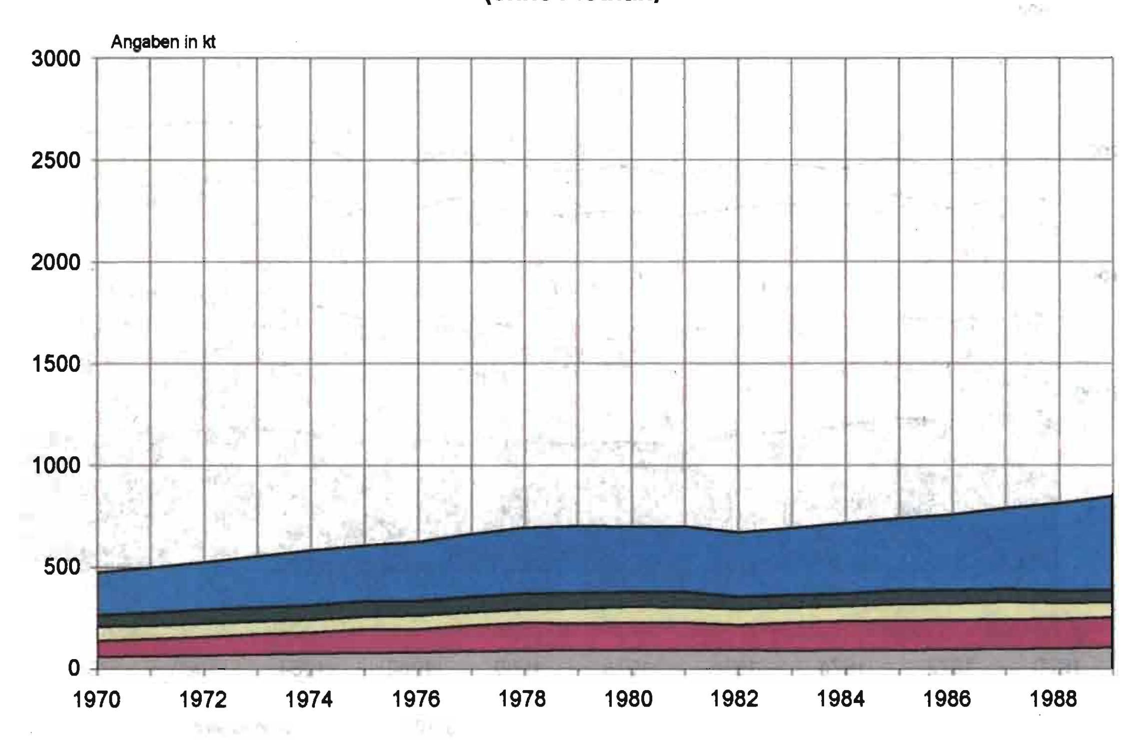




Quelle: Umweltbundesamt



Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen, NMVOC nach Emittentengruppen in der ehemaligen DDR 1970–1989 (ohne Methan)



- Straßenverkehr
- Übriger Verkehr 1)
- Haushalte
- Lösemittelverwendung 2)
- Rest

1) Land-, Forst-, u. Bauwirtschaft, Militär-, Schienen-, Wasser- u. Luftverkehr

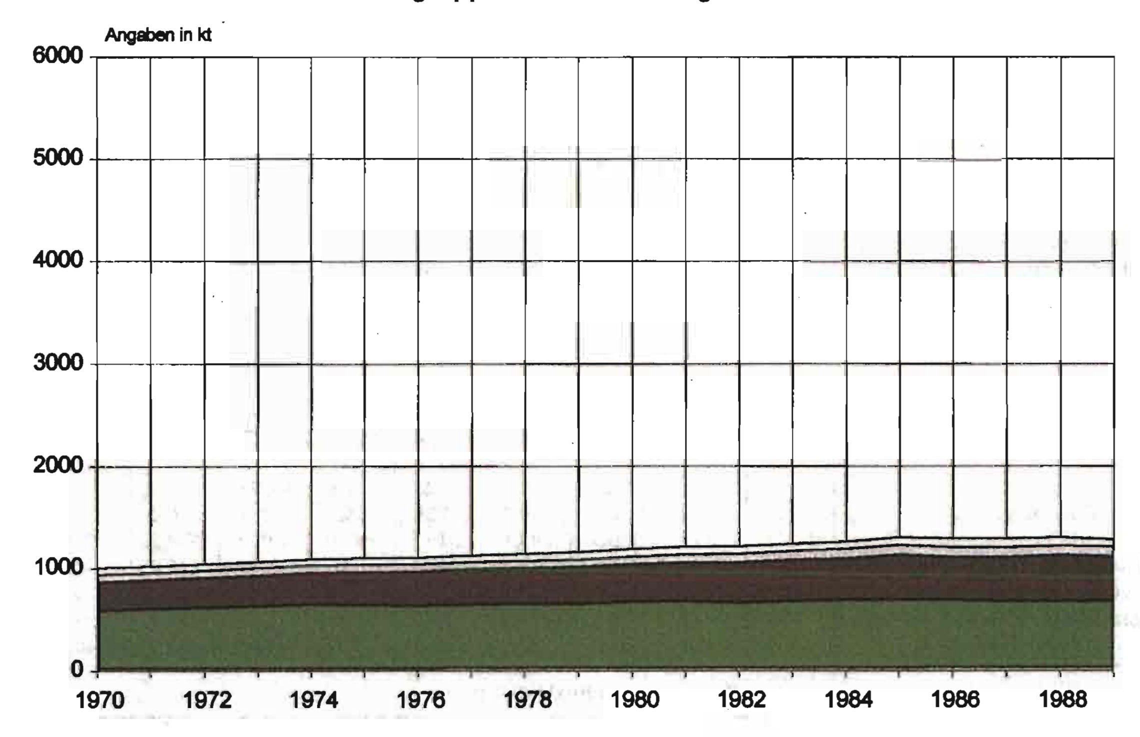
2) In Industrie, Gewerbe und Haushalten

Rest = Gewinnung u. Verteilung v. Brennstoffen, FCKW u. Halone, Industriefeuerungen, Kleinverbraucher, Kraft-u. Fernheizwerke

Quelle: Umweltbundesamt



Emissionen von Methan, CH_4 nach Emittentengruppen in der ehemaligen DDR 1970–1989



- Haushalte
- Gewinnung u. Verteilung v. Brennstoffen 1)
- Abfallwirtschaft 2)
- Landwirtschaft 3)
- Rest

1) Bergbau, lokale Gasverteilungsnetze, Erdöl- u. Erdgasförderung
2) Deponien, Abwasserbehandlung, Klärschlammverwertung
3) Fermentation, tierische Abfälle
Rest = Straßen- u. übriger Verkehr, Industriefeuerung u. -prozesse, Kleinverbraucher, Kraft- u. Fernheizwerke

Quelle: Umweltbundesamt



Emissionen nach Emittentengruppen in Deutschland 1990 bis 1994 *)

Kohlendioxid, Stickstoffoxide, Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid

Stand: März 1996

Jahr	1990		1991		1992		1993 *)		1994 *)	
Kohlendioxid (CO_2) [1]) [2])										
Insgesamt ... Mt	1 014		975		927		911		901	
	in Mt	in %	in Mt	in %	in Mt	in %	in Mt	in %	in Mt	in %
Industrieprozesse [3])	28	*2,7*	24	*2,4*	25	*2,7*	25	*2,7*	25	*2,8*
Übriger Verkehr [4])	22	*2,2*	20	*2,0*	18	*1,9*	18	*2,0*	19	*2,1*
Straßenverkehr	149	*14,7*	153	*15,7*	160	*17,2*	160	*17,6*	158	*17,5*
Haushalte	129	*12,7*	132	*13,5*	123	*13,2*	128	*14,1*	117	*13,0*
Kleinverbraucher [5])	76	*7,5*	74	*7,5*	65	*7,0*	68	*7,5*	66	*7,3*
Industriefeuerungen [6])	213	*21,0*	185	*18,9*	168	*18,1*	157	*17,2*	158	*17,5*
Kraft- und Fernheizwerke [7])	398	*39,2*	389	*39,8*	369	*39,8*	355	*39,0*	358	*39,7*
Stickstoffoxide (NO_x, berechnet als NO_2) [1])										
Insgesamt ... kt	2 640		2 509		2 357		2 274		2 211	
	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in %
Industrieprozesse [3])	34	*1,3*	26	*1,0*	23	*1,0*	23	*1,0*	23	*1,0*
Übriger Verkehr [4])	266	*10,1*	244	*9,7*	228	*9,7*	237	*10,4*	237	*10,7*
Straßenverkehr	1 223	*46,3*	1 207	*48,1*	1 155	*49,0*	1 099	*48,3*	1 046	*47,3*
Haushalte	108	*4,1*	107	*4,3*	109	*4,6*	113	*5,0*	103	*4,7*
Kleinverbraucher [5])	68	*2,6*	62	*2,5*	58	*2,5*	61	*2,7*	59	*2,7*
Industriefeuerungen [6])	354	*13,4*	295	*11,8*	272	*11,5*	253	*11,1*	254	*11,5*
Kraft- und Fernheizwerke [7])	587	*22,2*	568	*22,6*	512	*21,7*	488	*21,4*	488	*22,1*
Schwefeldioxid (SO_2) [1])										
Insgesamt ... kt	5 326		4 172		3 436		3 153		2 995	
	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in %
Industrieprozesse [3])	225	*4,2*	90	*2,2*	85	*2,5*	85	*2,7*	85	*2,8*
Übriger Verkehr [4])	29	*0,5*	15	*0,4*	12	*0,3*	12	*0,4*	12	*0,4*
Straßenverkehr	77	*1,4*	62	*1,5*	59	*1,7*	57	*1,8*	51	*1,7*
Haushalte	450	*8,4*	310	*7,4*	228	*6,6*	226	*7,2*	196	*6,6*
Kleinverbraucher [5])	462	*8,7*	290	*7,0*	193	*5,6*	214	*6,8*	203	*6,8*
Industriefeuerungen [6])	1 274	*23,9*	930	*22,3*	669	*19,5*	592	*18,8*	572	*19,1*
Kraft- und Fernheizwerke [7])	2 809	*52,7*	2 475	*59,3*	2 190	*63,7*	1 967	*62,4*	1 875	*62,6*
Kohlenmonoxid (CO) [1])										
Insgesamt ... kt	10 743		9 046		7 926		7 379		6 738	
	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in %
Industrieprozesse [3])	684	*6,4*	645	*7,1*	599	*7,6*	597	*8,1*	595	*8,8*
Gew. u. Vert. v. Brennst.	27	*0,3*	23	*0,3*	16	*0,2*	14	*0,2*	13	*0,2*
Übriger Verkehr [4])	252	*2,3*	208	*2,3*	184	*2,3*	183	*2,5*	183	*2,7*
Straßenverkehr	6 487	*60,4*	5 593	*61,8*	4 962	*62,6*	4 457	*60,4*	3 953	*58,7*
Haushalte	2 085	*19,4*	1 512	*16,7*	1 165	*14,7*	1 169	*15,8*	1 030	*15,3*
Kleinverbraucher [5])	207	*1,9*	169	*1,9*	141	*1,8*	148	*2,0*	143	*2,1*
Industriefeuerungen [6])	871	*8,1*	775	*8,6*	745	*9,4*	705	*9,6*	716	*10,6*
Kraft- und Fernheizwerke [7])	130	*1,2*	121	*1,3*	114	*1,4*	106	*1,4*	104	*1,5*

[1]) Ohne natürliche Quellen
[2]) Aus Energieverbrauch und Industrieprozessen mit Klimarelevanz
[3]) Ohne energiebedingte Emissionen
[4]) Land-, Forst- und Bauwirtschaft, Militär-, Schienen-, Küsten- und Binnenschiffsverkehr, nationaler Luftverkehr
[5]) Einschließlich Militärische Dienststellen
[6]) Übriger Umwandlungsbereich, Verarbeitendes Gewerbe und übriger Bergbau; Erdgasverdichterstationen; bei Industriekraftwerken nur Wärmeerzeugung
[7]) Bei Industriekraftwerken nur Stromerzeugung
* Vorläufige Angaben für 1993 und 1994
Quelle: Umweltbundesamt



Emissionen nach Emittentengruppen in Deutschland 1990 bis 1994 *)

Ammoniak, Distickstoffoxid, Staub, Flüchtige organische Verbindungen und Methan

Stand: März 1996

Jahr	1990		1991		1992		1993 *)		1994 *)	
Ammoniak (NH_3) [1]										
Insgesamt .... kt	759		670		649		634		622	
	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in %
Tierhaltung [2]	654	*86,2*	571	*85,2*	553	*85,1*	543	*85,7*	533	*85,7*
Düngeranwendung [3]	75	*9,8*	70	*10,5*	64	*9,9*	60	*9,5*	58	*9,3*
Industrieprozesse [4]	16	*2,2*	11	*1,7*	10	*1,6*	8	*1,3*	8	*1,3*
Sonstige Quellen [5]	14	*1,8*	18	*2,6*	22	*3,4*	23	*3,6*	23	*3,7*
Distickstoffoxid (N_2O) [1]										
Insgesamt .... kt	211		192		198		191		186	
	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in %
Land- und Abfallwirtschaft [6]	85	*40,2*	69	*36,0*	67	*33,8*	67	*34,8*	66	*35,3*
Produktverwendung [7]	6	*2,9*	6	*3,2*	6	*3,1*	6	*3,2*	6	*3,3*
Industrieprozesse [4]	82	*38,8*	84	*43,6*	93	*46,8*	86	*44,9*	81	*43,5*
Verkehr [8]	12	*5,6*	9	*4,6*	9	*4,4*	10	*5,2*	11	*5,9*
Haushalte	3	*1,5*	4	*1,9*	4	*1,8*	3	*1,8*	3	*1,8*
Kleinverbraucher [9]	2	*0,9*	2	*0,8*	1	*0,7*	1	*0,8*	1	*0,8*
Industriefeuerungen [10]	6	*2,9*	5	*2,8*	5	*2,5*	5	*2,5*	5	*2,5*
Kraft- und Fernheizwerke [11]	15	*7,1*	14	*7,2*	14	*6,8*	13	*6,8*	13	*6,9*
Staub [1]										
Insgesamt .... kt	2 024		1 157		820		786		754	
	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in %
Schüttgutumschlag [12]	281	*13,9*	260	*22,5*	200	*24,4*	198	*25,2*	193	*25,6*
Industrieprozesse [4]	431	*21,3*	151	*13,1*	130	*15,9*	130	*16,5*	130	*17,2*
Übriger Verkehr [13]	28	*1,4*	25	*2,2*	22	*2,7*	22	*2,8*	22	*2,9*
Straßenverkehr	41	*2,0*	44	*3,8*	44	*5,4*	42	*5,3*	42	*5,6*
Haushalte	134	*6,6*	90	*7,8*	64	*7,8*	63	*8,1*	55	*7,3*
Kleinverbraucher [9]	185	*9,1*	84	*7,3*	55	*6,7*	62	*7,9*	59	*7,8*
Industriefeuerungen [10]	447	*22,1*	186	*16,1*	102	*12,4*	86	*11,0*	81	*10,7*
Kraft- und Fernheizwerke [11]	477	*23,6*	317	*27,4*	203	*24,8*	182	*23,1*	173	*22,9*
Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC) [1]										
Insgesamt .... kt	3 155		2 748		2 505		2 289		2 135	
	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in %
Lösemittelverwendung [14]	1 160	*36,8*	1 134	*41,3*	1 090	*43,5*	1 090	*47,6*	1 090	*51,0*
Industrieprozesse [4]	156	*4,9*	143	*5,2*	136	*5,4*	136	*5,9*	136	*6,4*
Gew. u. Vert. v. Brennst. [15]	220	*7,0*	198	*7,2*	181	*7,2*	117	*5,1*	88	*4,1*
Übriger Verkehr [13]	78	*2,5*	67	*2,4*	59	*2,4*	65	*2,8*	65	*3,0*
Straßenverkehr	1 404	*44,5*	1 103	*40,1*	952	*38,0*	795	*34,7*	677	*31,7*
Haushalte	103	*3,3*	73	*2,7*	59	*2,4*	59	*2,6*	52	*2,4*
Kleinverbraucher [9]	9	*0,3*	8	*0,3*	7	*0,3*	8	*0,3*	8	*0,4*
Industriefeuerungen [10]	14	*0,4*	12	*0,4*	11	*0,4*	11	*0,5*	11	*0,5*
Kraft- und Fernheizwerke [11]	10	*0,3*	10	*0,3*	9	*0,4*	9	*0,4*	9	*0,4*

noch (41)

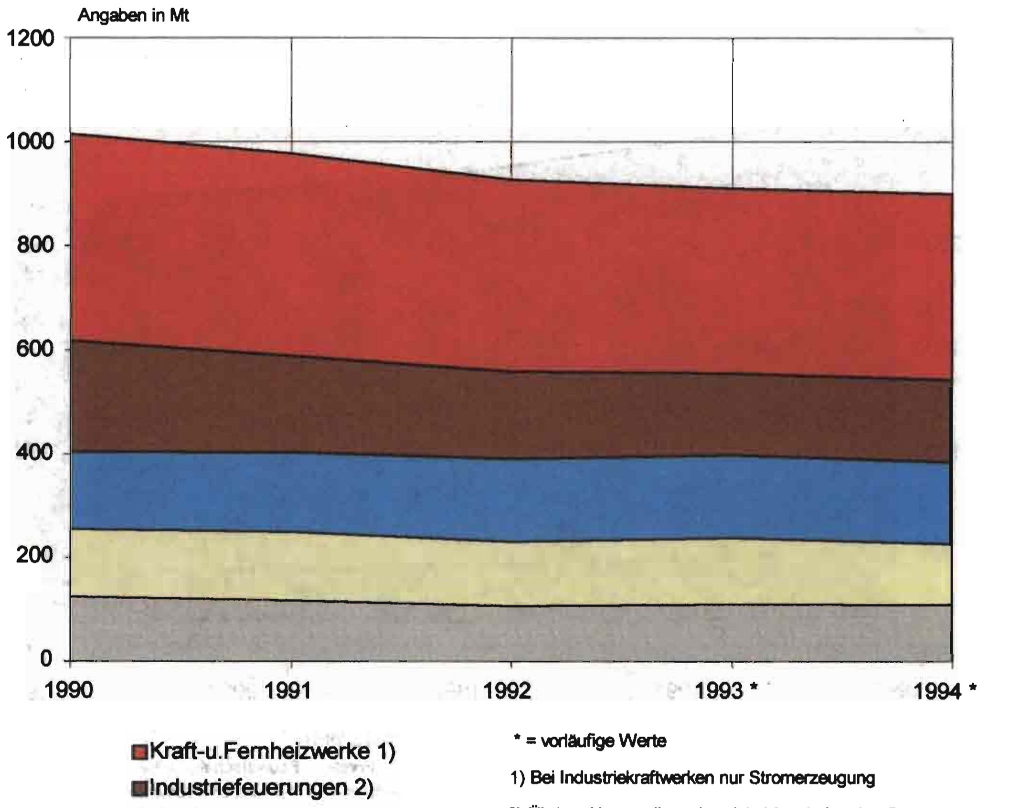
noch Emissionen nach Emittentengruppen in Deutschland 1990 bis 1994 *)
Ammoniak, Distickstoffoxid, Staub, Flüchtige organische Verbindungen und Methan
Stand: März 1996

Jahr	1990		1991		1992		1993 *)		1994 *)	
FCKW und Halone										
Insgesamt ... kt	43		34		22		15		8	
Methan (CH_4)[1])										
Insgesamt ... kt	5 682		5 250		5 194		5 203		5 216	
	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in %
Abfallwirtschaft[16])	1 870	*32,9*	1 813	*34,5*	1 882	*36,2*	1 917	*36,8*	1 955	*37,5*
Landwirtschaft[17])	2 044	*36,0*	1 805	*34,4*	1 718	*33,1*	1 688	*32,4*	1 660	*31,8*
Industrieprozesse[4])	13	*0,2*	10	*0,2*	8	*0,2*	8	*0,2*	7	*0,1*
Gew. u. Vert. v. Brennst[18])	1 549	*27,3*	1 464	*27,9*	1 450	*27,9*	1 460	*28,1*	1 475	*28,3*
Übriger Verkehr[13])	3	*0,1*	3	*0,0*	2	*0,0*	2	*0,0*	2	*0,0*
Straßenverkehr	65	*1,1*	51	*1,0*	46	*0,9*	40	*0,8*	36	*0,7*
Haushalte	103	*1,8*	74	*1,4*	60	*1,2*	60	*1,2*	53	*1,0*
Kleinverbraucher[9])	9	*0,2*	8	*0,1*	7	*0,1*	7	*0,1*	7	*0,1*
Industriefeuerungen[4])	16	*0,3*	13	*0,3*	13	*0,2*	12	*0,2*	12	*0,2*
Kraft- und Fernheizwerke[11])	10	*0,2*	10	*0,2*	9	*0,2*	9	*0,2*	9	*0,2*

[1]) Ohne natürliche Quellen
[2]) Stallemissionen, Lagerung und Ausbringung von Mist und Gülle
[3]) Anwendung stickstoffhaltiger Kunstdünger
[4]) Ohne energiebedingte Emissionen
[5]) Straßenverkehr, Feuerungsanlagen, DENOX-Anlagen in Kraftwerken
[6]) Düngemitteleinsatz, Verwendung tierischer Abfälle, Anlagen zur Abwasserstickstoffeliminierung noch nicht erfaßt
[7]) Verwendung von Lachgas als Narkosemittel
[8]) Straßenverkehr; Land-, Forst- und Bauwirtschaft, Militär-, Schienen-, Küsten- und Binnenschiffsverkehr, nationaler Luftverkehr
[9]) Einschließlich Militärische Dienststellen
[10]) Übriger Umwandlungsbereich, Verarbeitendes Gewerbe und übriger Bergbau, Erdgasverdichterstationen; bei Industriekraftwerken nur Wärmeerzeugung
[11]) Bei Industriekraftwerken nur Stromerzeugung
[12]) Grobabschätzung ohne Berücksichtigung von Minderungsmaßnahmen
[13]) Land-, Forst- und Bauwirtschaft, Militär-, Schienen-, Küsten- und Binnenschiffsverkehr, nationaler Luftverkehr
[14]) In Industrie, Gewerbe und Haushalten
[15]) Verteilung von Ottokraftstoff
[16]) Deponien, Abwasserbehandlung, Klärschlammverwertung
[17]) Fermentation, tierische Abfälle
[18]) Bergbau, lokale Gasverteilungsnetze, Erdöl- und Erdgasförderung
*) Vorläufige Angaben für 1993 und 1994

Quelle: Umweltbundesamt





Kraft-u.Fernheizwerke 1)
Industriefeuerungen 2)
Straßenverkehr
Haushalte
Rest

* = vorläufige Werte

1) Bei Industriekraftwerken nur Stromerzeugung

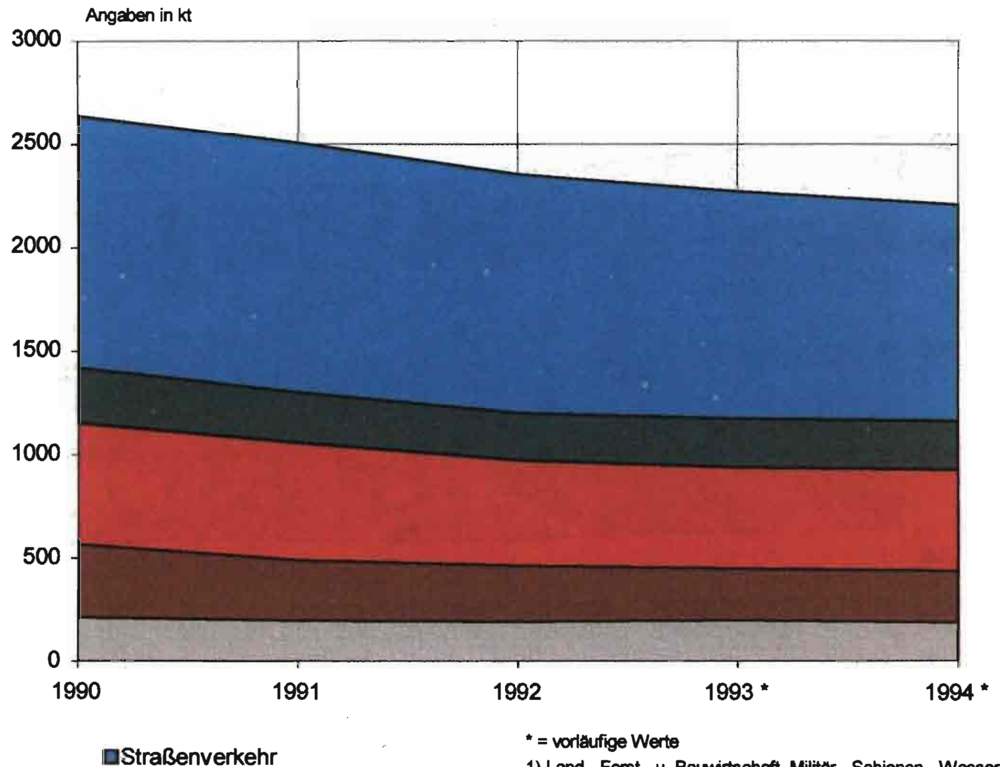
2) Übriger Umwandlungsbereich, Verarbeitendes Gewerbe und übriger Bergbau; Erdgasverdichterstationen; bei Industriekraftwerken nur Wärmeerzeugung

Rest = Industrieprozesse, übriger Verkehr, Kleinverbraucher

Quelle: Umweltbundesamt



Stickstoffoxid-Emissionen (berechnet als NO_2) nach Emittentengruppen in Deutschland 1990–1994



- Straßenverkehr
- Übriger Verkehr 1)
- Kraft-u.Fernheizwerke 2)
- Industriefeuerungen 3)
- Rest

* = vorläufige Werte

1) Land-, Forst-, u. Bauwirtschaft, Militär-, Schienen-, Wasser- u. Luftverkehr

2) Bei Industriekraftwerken nur Stromerzeugung

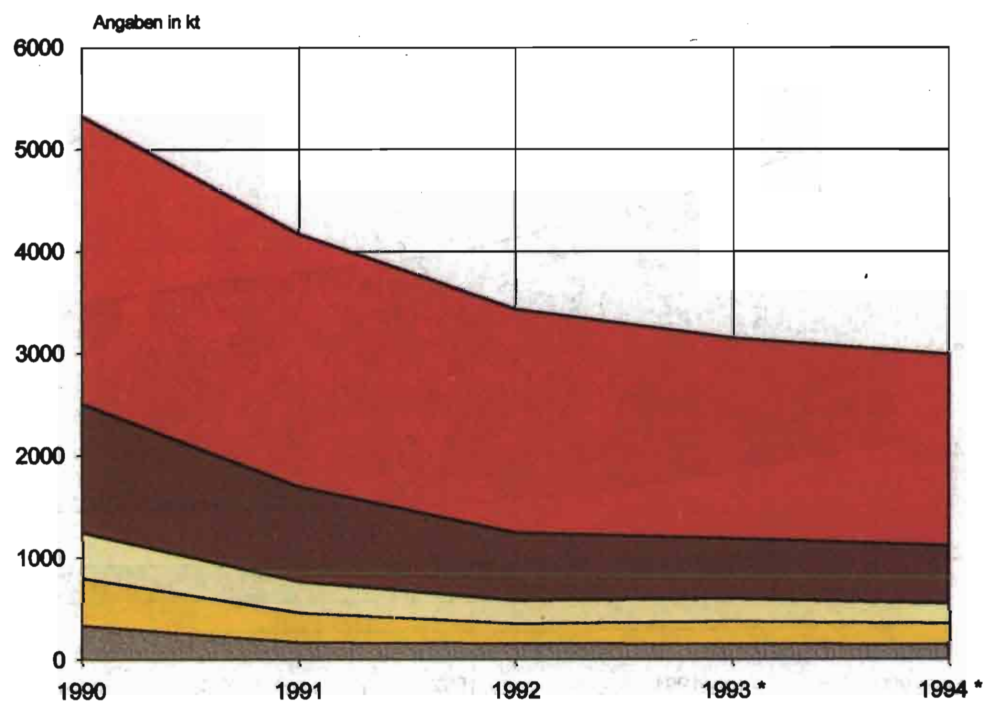
3) Übriger Umwandlungsbereich, Verarbeitendes Gewerbe und übriger Bergbau; Erdgasverdichterstationen; bei Industriekraftwerken nur Wärmeerzeugung

Rest = Industrieprozesse, Haushalte, Kleinverbraucher

Quelle: Umweltbundesamt



Schwefeldioxid-Emissionen, SO_2 nach Emittentengruppen in Deutschland 1990–1994



- Kraft- und Fernheizwerke 1)
- Industriefeuerungen 2)
- Haushalte
- Kleinverbraucher 3)
- Rest

* = vorläufige Werte

1) Bei Industriekraftwerken nur Stromerzeugung

2) Übriger Umwandlungsbereich, Verarbeitendes Gewerbe und übriger Bergbau; Erdgasverdichterstationen; bei Industriekraftwerken nur Wärmeerzeugung

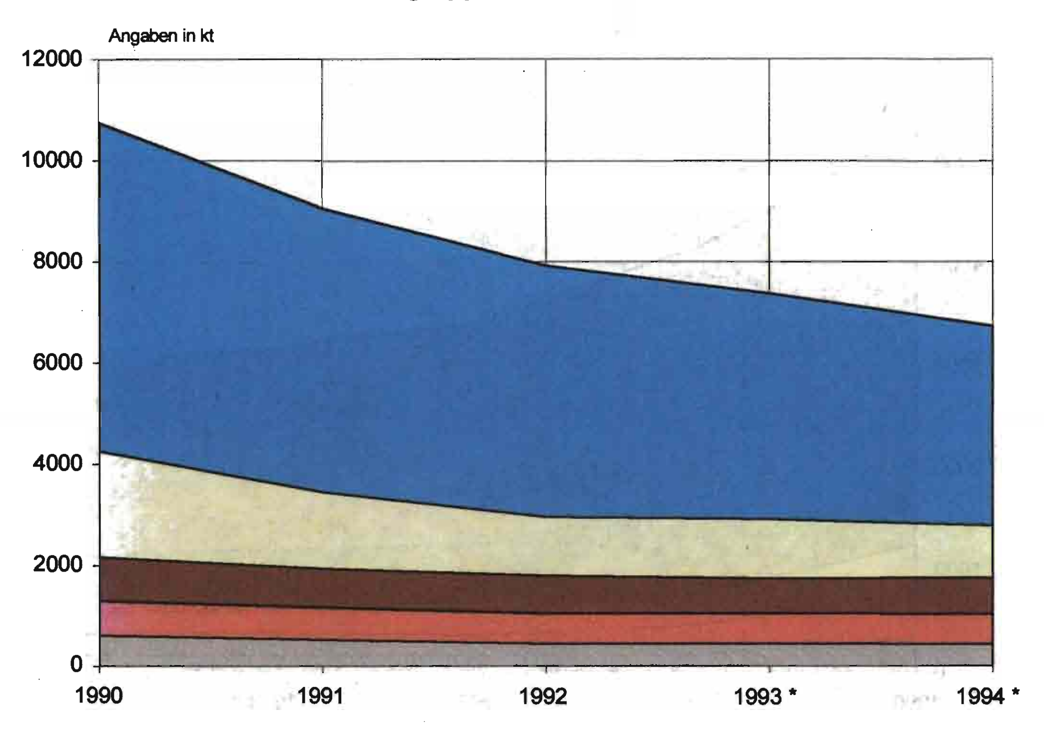
3) Einschließlich Militärische Dienststellen

Rest = Straßen-und übriger Verkehr, Industrieprozesse

Quelle: Umweltbundesamt



Kohlenmonoxid-Emissionen, CO nach Emittentengruppen in Deutschland 1990–1994



- ■ Straßenverkehr
- □ Haushalte
- ■ Industriefeuerungen 1)
- ▦ Industrieprozesse 2)
- □ Rest

* = vorläufige Werte

1) Übriger Umwandlungsbereich, Verarbeitendes Gewerbe und übriger Bergbau; Erdgasverdichterstationen; bei Industriekraftwerken nur Wärmeerzeugung

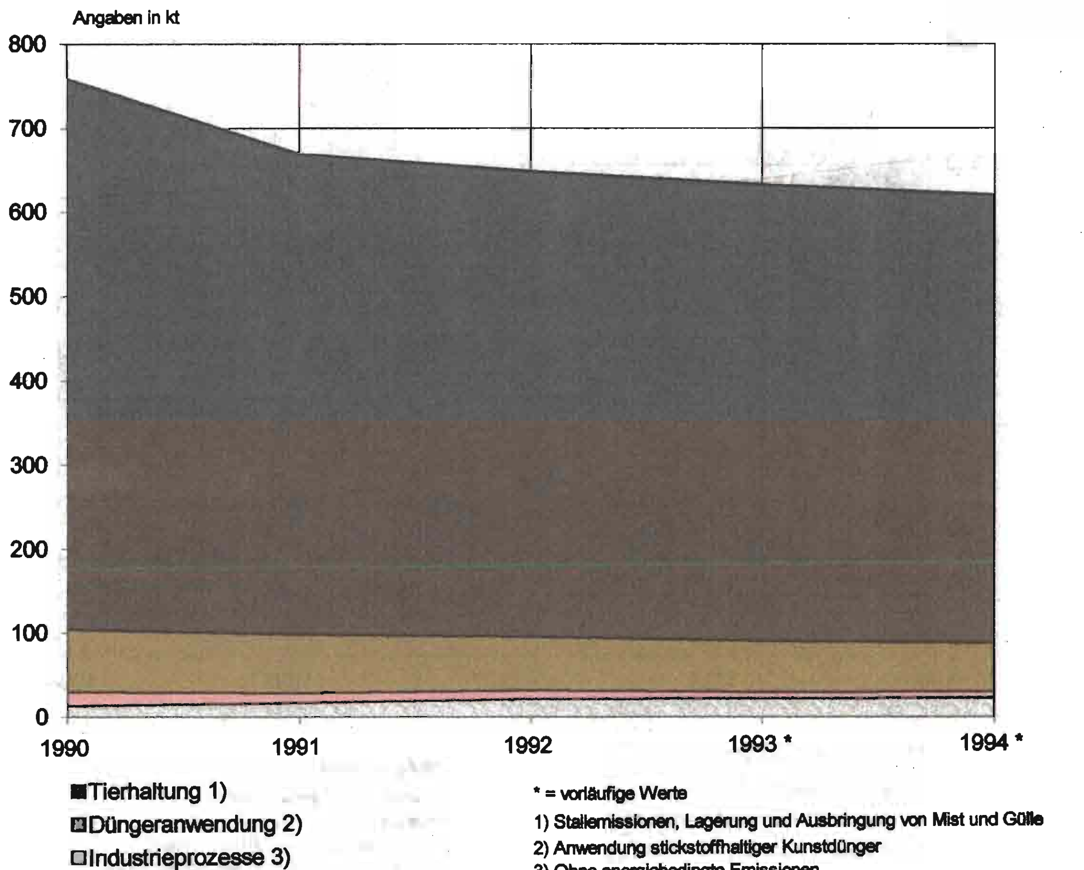
2) Ohne energiebedingte Emissionen

Rest = Gewinnung u.Verteilung v. Brennstoffen, Kraft- u. Fernheizwerke, Kleinverbraucher, übriger Verkehr

Quelle: Umweltbundesamt



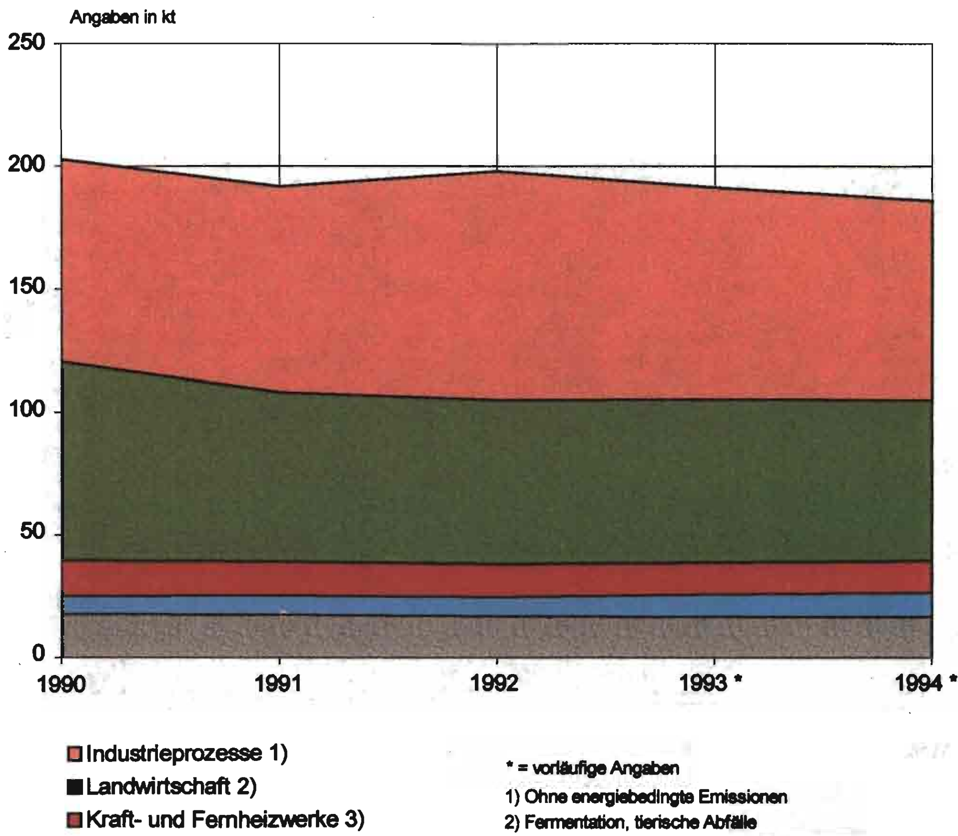
Ammoniak-Emissionen, NH_3
nach Emittentengruppen in Deutschland 1990–1994



Quelle: Umweltbundesamt



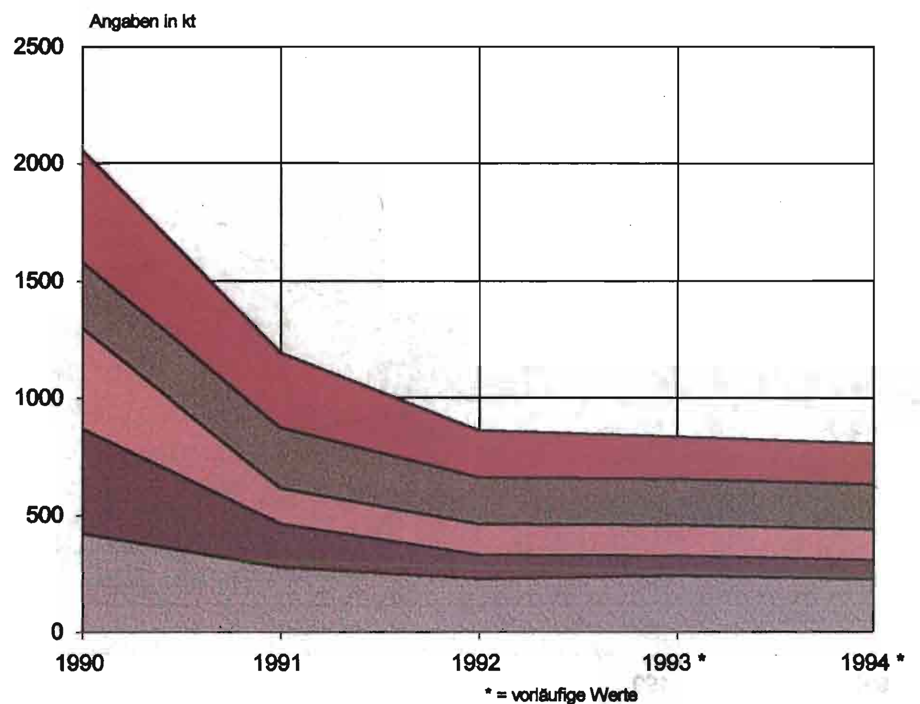
Distickstoffoxid-Emissionen, N_2O nach Emittentengruppen in Deutschland 1990–1994



Quelle: Umweltbundesamt



Staub-Emissionen
nach Emittentengruppen in Deutschland 1990–1994



* = vorläufige Werte

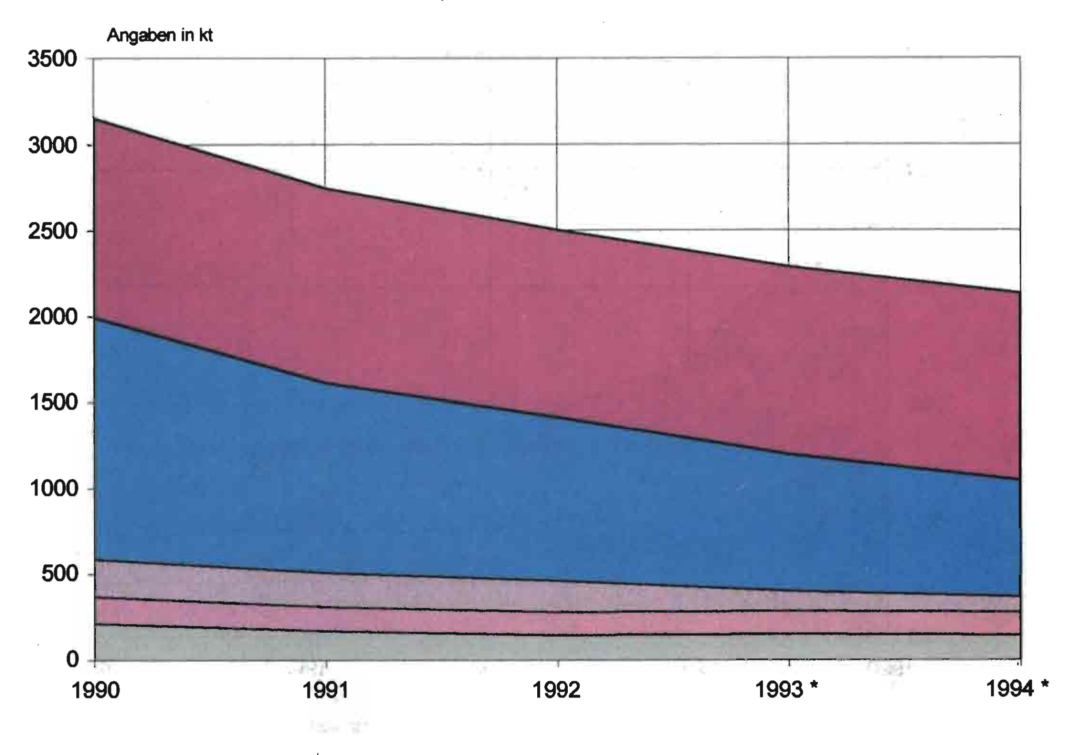
- Kraft- und Fernheizwerke 1)
- Schüttgutumschlag 2)
- Industrieprozesse 3)
- Industriefeuerungen 4)
- Rest

1) Bei Industriekraftwerken nur Stromerzeugung
2) Grobabschätzung ohne Berücksichtigung von Minderungsmaßnahmen
3) Ohne energiebedingte Emissionen
4) Übriger Umwandlungsbereich, Verarbeitendes Gewerbe und übriger Bergbau; Erdgasverdichterstationen; bei Industriekraftwerken nur Wärmeerzeugung
Rest = Haushalte, Kleinverbraucher, Straßen- und übriger Verkehr

Quelle: Umweltbundesamt



Emission der flüchtigen organischen Verbindungen, NMVOC nach Emittentengruppen in Deutschland 1990–1994



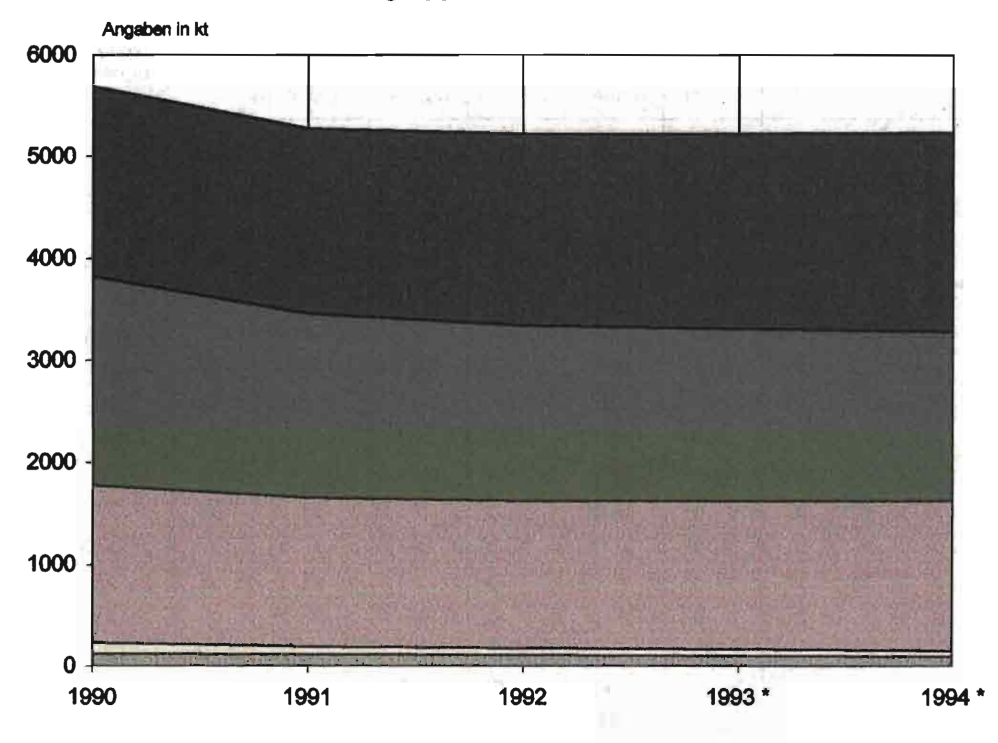
- Lösemittelverwendung 1)
- Straßenverkehr
- Gew.u.Vert.v.Brennst. 2)
- Industrieprozesse 3)
- Rest

* = vorläufige Werte
1) In Industrie, Gewerbe und Haushalten
2) Bergbau, lokale Gasverteilungsnetze, Erdöl- u.Erdgasförderung
3) Ohne energiebedingte Emissionen
Rest = Kleinverbraucher,Haushalte,Kraft-u.Fernheizwerke, Industriefeuerung, FCKW und Halone, übriger Verkehr

Quelle: Umweltbundesamt



Methan-Emissionen, CH_4
nach Emittentengruppen in Deutschland 1990–1994



■ Abfallwirtschaft 1)
■ Landwirtschaft 2)
▣ Gewin.u.Verteilung v.Brennstoffen 3)
□ Haushalte
▣ Rest

* = vorläufige Werte
1) Deponien, Abwasserbehandlung, Klärschlammverwertung
2) Fermentation, tierische Abfälle
3) Bergbau, lokale Gasverteilungsnetze, Erdöl- u.Erdgasförderung
Rest = Kleinverbraucher, Industrieprozesse u. -feuerung, Kraft-u. Fernheizwerke, Straßen- u. übriger Verkehr

Quelle: Umweltbundesamt



Emissionen von Schwermetallen in Deutschland 1985 bis 1995 *)

Stand: Januar 1996

		1985			1990			1995 *)		
		Ehemalige DDR Neue Bundesländer	Bisheriges Bundesgebiet Alte Bundesländer	Deutschland	Ehemalige DDR Neue Bundesländer	Bisheriges Bundesgebiet Alte Bundesländer	Deutschland	Ehemalige DDR Neue Bundesländer	Bisheriges Bundesgebiet Alte Bundesländer	Deutschland
Antimon .... Sb	t/a	7	9	16	5	5	10	2	3	5
Arsen .... As	t/a	133	87	220	100	20	120	19	14	33
Beryllium .... Be	t/a	0,4	12	12	0,4	2	3	0,1	2	2
Blei .... Pb	t/a	1 214	3 800	5 014	850	1 465	2 315	n. v.	n. v.	624
davon Verkehr	t/a	600	3 020	3 620	360	1 120	1 480	n. v.	n. v.	240
Cadmium .... Cd	t/a	25	20	45	21	9	30	5	6	11
Chrom .... Cr	t/a	214	123	337	189	63	252	66	49	115
Kobalt .... Co	t/a	47	25	72	37	8	45	6	6	12
Kupfer .... Cu	t/a	364	95	459	313	47	360	45	34	79
Mangan .... Mn	t/a	767	345	1 112	650	215	865	173	169	342
Molybdän .... Mo	t/a	16	46	62	13	25	38	7	21	28
Nickel .... Ni	t/a	164	269	433	134	143	277	29	130	159
Palladium .... Pd	t/a	3	1	4	3	1	4	2	0,9	2
Platin .... Pt	t/a	0,9	1	2	0,8	0,8	2	0,4	0,7	1
Quecksilber ...... Hg	t/a	85	52	137	80	32	112	12	19	31
Rhodium .... Rh	t/a	6	2	8	5	2	6	3	1	4
Selen .... Se	t/a	28	87	115	15	13	28	13	12	25
Tellur .... Te	t/a	0,5	0,8	1	0,5	0,5	1	0,1	0,4	1
Thallium .... Tl	t/a	18	9	27	18	4	22	5	3	8
Zink .... Zn	t/a	998	883	1 881	900	421	1 321	166	286	452
Zinn .... Sn	t/a	3	9	12	3	5	8	1	2	4

n. v. = Daten für die Teilgebiete nicht verfügbar
*) Vorläufige Angaben
Quelle: Umweltbundesamt



Emissionsabschätzung für Deutschland bis 2005

Jahr	1990	2005	
			Veränderung in %
Kohlendioxid (CO_2)[1] in Mio. t	987	740[2]	–25
Stickstoffoxide (NO_x, als NO_2) ..... in kt	2 640	2 130	–19
Schwefeldioxid (SO_2) . in kt	5 326	740	–86
Kohlenmonoxid (CO) . in kt	10 743	4 900	–54
Distickstoffoxid (N_2O) in kt	211	170	–19
Staub .... in kt	2 024	260	–87
Flüchtige organische Verbindungen (NMVOC) .... in kt	3 155	1 750	–45
Methan (CH_4) .... in kt	5 682	3 250	–43

[1]) Energiebedingte Emission (ohne Prozesse)
[2]) Minderungsziel der Bundesregierung

Quelle: Umweltbundesamt



Bilanz des oxidierten Schwefels für Deutschland
Jahr: 1993

Quelle der Daten: EMEP/MSC-W Report 1/94 (ISSN 0332-9879): J.-P. Tuovinen et al., Transboundary Acidifying Pollution in Europe: Calculated Fields and Budgets 1985–93



(54)

Bilanz des oxidierten Schwefels [S(ox)] für Deutschland, Jahr 1993

Abk.	Land	Import	Export
		1000 t S(ox)/Jahr	
IS	Island	0,0	0,4
IE	Irland	0,9	1,0
NO	Norwegen	0,1	13,0
DK	Dänemark	4,4	10,9
SE	Schweden	0,3	27,6
FI	Finnland	0,1	8,3
PL	Polen	39,1	219,1
BY	Weißrußland	0,4	22,1
UA	Ukraine	2,8	50,5
MD	Moldawien	0,2	3,2
RU	Rußland	0,8	83,3
EE	Estland	0,2	2,4
LV	Lettland	0,1	5,2
LT	Litauen	0,2	9,0
CS	Tschechien	81,6	78,7
SK	Slowakien	3,4	14,2
HU	Ungarn	7,6	13,8
TR	Türkei	0,0	6,5
GR	Griechenland	0,1	2,6
AL	Albanien	0,1	0,4
RO	Rumänien	4,0	18,0
BG	Bulgarien	0,9	5,3
SI	Slowenien	1,6	2,8
HR	Kroatien	0,8	5,4
BA	Bosnien-Herzegowina	0,4	4,1
MZ	Mazedonien	0,0	0,6
YU	Rest-Jugoslawien	1,9	6,9
AT	Österreich	1,9	19,3
IT	Italien	14,4	11,4
CH	Schweiz	2,4	3,7
PT	Portugal	0,4	0,0
ES	Spanien	6,2	2,4
FR	Frankreich	44,5	30,2
LU	Luxemburg	1,5	0,6
BE	Belgien	18,2	9,4
NL	Niederlande	10,0	21,7
GB	Großbritannien	43,7	17,7

Quelle der Daten: EMEP/MSC-W Report 1/94 (ISSN 0332-9879): J.-P. Tuovinen et al., Transboundary Acidifying Pollution in Europe: Calculated Fields and Budgets 1985–93



Bilanz des oxidierten Stickstoffs für Deutschland
Jahr: 1993

Import Export

Staaten

GB NL BE LU FR ES PT CH IT AT YU MZ BA HR SI BG RO AL GR TR HU SK CS LT LV EE RU MD UA BY PL FI SE DK NO IE IS

0 10 20 30 40 50 60 70

1000 Tonnen Stickstoff pro Jahr

Quelle der Daten: EMEP/MSC-W Report 1/94 (ISSN 0332-9879): J.-P. Tuovinen et al., Transboundary Acidifying Pollution in Europe: Calculated Fields and Budgets 1985–93



Bilanz des oxidierten Stickstoffs [N(ox)] für Deutschland, Jahr 1993

Abk.	Land	Import	Export
		1000 t N(ox)/Jahr	
IS	Island	0,0	0,3
IE	Irland	0,8	1,4
NO	Norwegen	0,6	10,1
DK	Dänemark	3,4	5,0
SE	Schweden	1,1	17,7
FI	Finnland	0,2	7,0
PL	Polen	10,5	60,9
BY	Weißrußland	0,4	10,8
UA	Ukraine	0,9	23,5
MD	Moldawien	0,0	1,3
RU	Rußland	0,2	48,8
EE	Estland	0,0	1,4
LV	Lettland	0,0	2,7
LT	Litauen	0,2	4,5
CS	Tschechien	20,8	24,2
SK	Slowakien	1,7	6,8
HU	Ungarn	1,6	8,1
TR	Türkei	0,0	4,0
GR	Griechenland	0,1	1,5
AL	Albanien	0,0	0,3
RO	Rumänien	1,8	8,7
BG	Bulgarien	0,2	2,8
SI	Slowenien	0,3	2,0
HR	Kroatien	0,6	3,2
BA	Bosnien-Herzegowina	0,1	2,5
MZ	Mazedonien	0,0	0,4
YU	Rest-Jugoslawien	0,5	4,1
AT	Österreich	3,2	15,5
IT	Italien	10,2	8,7
CH	Schweiz	4,0	3,6
PT	Portugal	0,5	0,1
ES	Spanien	3,3	2,6
FR	Frankreich	45,2	29,2
LU	Luxemburg	1,0	0,5
BE	Belgien	14,5	7,6
NL	Niederlande	19,7	12,4
GB	Großbritannien	35,7	15,4

Quelle der Daten: EMEP/MSC-W Report 1/94 (ISSN 0332-9879): J.-P. Tuovinen et al., Transboundary Acidifying Pollution in Europe: Calculated Fields and Budgets 1985–93





Quelle der Daten: EMEP/MSC-W Report 1/94 (ISSN 0332-9879): J.-P. Tuovinen et al., Transboundary Acidifying Pollution in Europe: Calculated Fields and Budgets 1985–93



Bilanz des reduzierten Stickstoffs [N(red)] für Deutschland, Jahr 1993

Abk.	Land	Import	Export
		1000 t N(red)/Jahr	
IS	Island	0,0	0,1
IE	Irland	1,1	0,3
NO	Norwegen	0,2	3,0
DK	Dänemark	3,8	3,5
SE	Schweden	0,4	6,1
FI	Finnland	0,0	1,6
PL	Polen	7,4	26,7
BY	Weißrußland	0,3	3,2
UA	Ukraine	0,0	6,3
MD	Moldawien	0,1	0,3
RU	Rußland	0,3	13,6
EE	Estland	0,0	0,4
LV	Lettland	0,1	0,7
LT	Litauen	0,2	1,4
CS	Tschechien	5,5	14,2
SK	Slowakien	0,8	2,5
HU	Ungarn	1,6	2,9
TR	Türkei	0,0	1,0
GR	Griechenland	0,0	0,3
AL	Albanien	0,0	0,1
RO	Rumänien	1,2	2,3
BG	Bulgarien	0,2	0,9
SI	Slowenien	0,2	1,1
HR	Kroatien	0,3	1,1
BA	Bosnien-Herzegowina	0,1	0,7
MZ	Mazedonien	0,0	0,1
YU	Rest-Jugoslawien	0,3	1,1
AT	Österreich	3,7	14,2
IT	Italien	4,8	4,0
CH	Schweiz	5,6	3,1
PT	Portugal	0,2	0,0
ES	Spanien	1,3	0,5
FR	Frankreich	35,0	7,9
LU	Luxemburg	1,0	0,2
BE	Belgien	8,0	2,6
NL	Niederlande	31,7	6,8
GB	Großbritannien	5,4	4,2

Quelle der Daten: EMEP/MSC-W Report 1/94 (ISSN 0332-9879): J.-P. Tuovinen et al., Transboundary Acidifying Pollution in Europe: Calculated Fields and Budgets 1985–93



Untersuchungen des atmosphärischen Schadstoff-eintrages in Nord- und Ostsee-Messungen

Jahresdepositionen ausgewählter Organochlor-verbindungen/Chlorpestizide in µg/m² a

– Station Westerland –

	α-HCH	γ-HCH	HCB	Aldrin	Hepta-chlor	p,p'-DDT
1993	0,58	5,05	0,14	1,47	0,40	13,0
1994	1,79	6,46	0,14	0,73	0,40	28,3

Quelle: Forschungsbericht 104 02 667



Airborne pollution load to the Baltic Sea 1986–1990

Atmosphärische Deposition von Spurenstoffen in die Ostsee in t/a

	Gesamtdeposition	
	1985–1987	1988–1990
Stickstoff (N) . .	30 000*)	330 000
Cadmium (Cd)	60	77
Kupfer (Cu) . . .	1 200	
Blei (Pb)	1 000*)	1 600
Zink (Zn)	4 700	5 900

*) Werte von 1987

Quelle: Baltic Sea Environment Proceedings No. 39



Untersuchungen des atmosphärischen Schadstoff-eintrages in Nord- und Ostsee-Messungen

Jahresdepositionen ausgewählter Organochlor-verbindungen/Chlorpestizide in µg/m² a

– Station Zingst –

	α-HCH	γ-HCH	HCB	Aldrin	Hepta-chlor	p,p'-DDT
1993	0,63	4,30	0,23	1,51	0,08	1,91
1994	1,34	5,18	0,83	1,353	0,29	3,64

Quelle: Forschungsbericht 104 02 667



Vergleich der SO_2-Jahresmittelwerte Gelsenkirchen–Leipzig

Quellen: Hygieneinstitut des Ruhrgebietes, Sächsisches Landesamt für Umweltschutz und Geologie



Staub-Jahresmittelwerte 1987-1994

1987

1988

1989

1990

1991

1992

1993

1994

µg/m³

	< 25
	25 -< 50
	50 -< 75
	75 -< 100
	100 -< 125
	125 -< 150
	150 -< 175
	> 175

0 100 200 km

Daten: Meßnetze der Bundesländer und des Umweltbundesamtes

Aufgrund des verwendeten Interpolationsverfahrens ist eine kleinräumige Interpretation nicht zulässig

UBA II 4.3 (Bräuniger) C:\Corrast\Staub\TSP87_94.cdr 7.2.96



1987

1988

1989

1990

1991

1992

1993

1994

SO_2-Jahresmittelwerte 1987-1994

µg/m³

	< 25
	25 -< 50
	50 -< 75
	75 -< 100
	100 -< 125
	125 -< 150
	150 -< 175
	> 175

0 100 200 km

Daten: Meßnetze der Bundesländer und des Umweltbundesamtes

Aufgrund des verwendeten Interpolationsverfahrens ist eine kleinräumige Interpretation nicht zulässig

UBA II 4.3 (Bräuniger) C:\Corrast\SO2\SO287_94.cdr

7.2.96



NO_2 -Jahresmittelwerte 1988-1994

1988

1989

1990

1991

1992

1993

1994

µg/m³

< 20

20 -< 40

40 -< 60

60 -< 80

0 100 200 km

Daten: Meßnetze der Bundesländer und des Umweltbundesamtes

Aufgrund des verwendeten Interpolationsverfahrens ist eine kleinräumige Interpretation nicht zulässig

UBA II 4.3 (Bräuniger) C:\Corrast\NO2\NO288_94.cdr



Ozon-Jahresmittelwerte 1988-1994

1988

1989

1990

1991

1992

1993

1994

µg/m³

	< 25
	25 -< 50
	50 -< 75
	75 -< 100
	100 -< 125

0 100 200 km

Daten: Meßnetze der Bundesländer/ Umweltbundesamt

Aufgrund des verwendeten Interpolationsverfahren ist eine kleinräumige Interpretation nicht zulässig

UBA II 4.3 (Bräuniger) C:\Cordat\Corrast\Oz88_94.cdr



Meßnetz des Umweltbundesamtes

Jahresmittel Ozon in µg/m³, bezogen auf 20 °C

Stand: 8. März 1996

Station	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	Mittel
Westerland		56,7	57,3			52,7	54,1	60,7	51,2	59,5	62,8	49,7	46,1	56,3	55,7	61,8	55,7
Zingst														56,5	52,7	56,3	55,2
Neuglobsow ..														50,0	48,8	52,0	50,3
Waldhof	62,6	57,9				46,8	44,4	42,1	46,2	63,2	54,5	49,6	38,1	46,8	51,7	58,0	50,9
Schmücke														65,1	64,6	64,3	64,7
Deuselbach ...		58,1	51,4	50,8	48,4	50,0	46,5	45,1	45,5	62,7	64,7	63,5	61,4	45,9	57,0	72,7	54,9
Brotjacklriegel .		57,2	70,1	75,9	74,6	61,9	60,6	58,0	-91,0	74,1	78,1	75,5	68,6	56,6	76,6	84,9	58,8
Schauinsland ..				80,8	80,9	86,4	77,6	80,2	69,6	84,2	86,5	84,6	83,3	80,4	82,2	84,7	81,6
Helgoland																	
Hohenwestedt .										40,8	47,7	41,3	44,3	54,7	53,6	45,5	46,8
Teterow														50,4	43,6	50,1	48,0
Ueckermünde .														52,5	44,1	45,0	47,2
Schwerin													40,3	47,9	44,7	46,8	44,9
Angermünde ..														61,8	45,4	49,1	52,1
Kyritz														42,0	37,5	48,1	42,5
Bassum											42,7	38,0	40,7	49,1	44,9	56,4	45,3
Gartow												50,0					50,0
Rodenberg										45,8	37,2	44,2	34,4	48,8			42,1
Wiesenburg ...													50,6	55,8	45,7		50,7
Gittrup										40,2	31,5	27,2	28,4	46,4	42,1		36,0
Lindenberg ...															50,0	48,3	49,2
Doberlug														48,1	48,3	43,8	46,7
Melpitz															36,7	46,5	41,6
Leinefelde														52,6	48,6	50,8	50,7
Meinerzhagen .										47,6	40,3	42,4	42,0	47,4	46,7		44,4
Herleshausen .												58,3	53,6	61,6	56,9		57,6
Lückendorf ...														61,1	60,2	50,2	57,2
Lehnmühle ...																55,0	55,0
Schleiz													41,8	53,4	51,3	53,3	50,0
Regnitzlosau ..										62,3	49,6	53,1	52,3	70,9	58,6		57,8
Ansbach											39,1	42,1	38,0	56,1	58,6		46,8
Rottenburg										59,0	49,0	50,0	49,2	59,9	58,3	63,1	55,5
Starnberg															63,7	73,1	68,4
Mittel	62,6	57,5	59,6	69,2	68,0	59,6	56,6	57,2	24,3	58,1	52,6	51,3	47,8	54,7	52,7	56,7	

Quelle: Meßnetz des Umweltbundesamtes

Alle Jahresmittel wurden unter Berücksichtigung des 2/3-Kriteriums neu berechnet; es gibt daher Abweichungen gegenüber alten Tabellen. Die Ozonwerte beziehen sich auf 20 °C, UV-Kalibrierung.



	Emissionen aus Großfeuerungsanlagen gemäß EG-Richtlinie	Emissionen aus Großfeuerungsanlagen gemäß EG-Richtlinie	Anforderungen der EG-Richtlinie für die Bundesrepublik Deutschland		
	1980	1993	1993 (Phase 1)	1998 (Phase 2)	2003 (Phase 3)
SO_2	5 000 *(100 %)*	2 197 *(–56 %)*	3 000 *(–40 %)*	2 000 *(–60 %)*	1 500 *(–70 %)*
NO_x	1 090 *(100 %)*	425 *(–60 %)*	872 *(–20 %)*	654 *(–40 %)*	—

Emissionen aus Großfeuerungsanlagen in der Bundesrepublik Deutschland (alte und neue Bundesländer)
[Angaben in kt/a; Prozentangaben: Verringerung gegenüber den Emissionen des Jahres 1980]

Quelle: Bericht der Regierung der Bundesrepublik Deutschland an die Europäische Kommission über die Durchführung der Richtlinie über Großfeuerungsanlagen vom 1. März 1995/BMU, IG I 2



1994		Baden-Württemberg	Bayern	Berlin-West	Berlin-Ost	Brandenburg	Bremen	Hamburg
Anlagen (Alt- und Neuanlagen)		8 228	14 219	647	985	2 375	831	911
Neuanlagen		2 430	2 693	62	48	601	186	171
Altanlagen im Sinne von Nr. 4.2.1		5 798	8 517	585	937	1 774	645	740
Altanlagen, die den Anforderungen entsprechen bzw. bei denen die TA Luft keine Anforderungen enthält		3 341	5 068	210	19	705	616	204
Altanlagen, die der TA Luft nicht entsprechen/entsprachen		2 457	3 449	375	918	1 069	263	536
Anlagen, bei denen Maßnahmen unverhältnismäßig sind		29	0	12		214	16	0
Altanlagen, bei denen behördliche Maßnahmen zu treffen sind/waren		2 428	3 449	363	918	855	243	520
Altanlagen, für die Verzichtserklärungen nach 4.2.9 vorliegen		126	160	108	423	613	4	16
Altanlagen, bei denen Kompens. nach 4.2.10 durch Anordnungen oder Auflagen sichergestellt sind			0	1		1		147
Altanlagen, für die Anordnungen zu treffen sind/waren								
Nr. 4.1	– erlassene Anordnungen	68	205	9	2	188		134
	– noch nicht erlassene Anordnungen	5	4	–	–	83		–
	– Widersprüche	4	–	–	–	11		16[1])
Nr. 4.2.2	– erlassene Anordnungen	209	703	71	4	20	5	101
	– noch nicht erlassene Anordnungen	2	7	–	–	0	–	–
	– Widersprüche	8	–	–	–	4	3	
Nr. 4.2.3	– erlassene Anordnungen	1 090	1 087	111	383	476	70	64
	– noch nicht erlassene Anordnungen	26	84	–	–	22	–	2
	– Widersprüche	8	–	–	–	41	6	
Nr. 4.2.4	– erlassene Anordnungen	355	712	7	2	12	242	33
	– noch nicht erlassene Anordnungen	37	83	–	–	31	6	25
	– Widersprüche	5	–	–	–	1	–	
Nr. 4.2.7	– erlassene Anordnungen	158				11		4
	– noch nicht erlassene Anordnungen	–				0		–
	– Widersprüche	–				0		
Nr. 4.2.11	– erlassene Anordnungen	184	198	14	2	83	12	27
	– noch nicht erlassene Anordnungen	20	33	–	–	86	–	12
	– Widersprüche	7	–	–	–	3	–	
Nr. 4.3	– erlassene Anordnungen	17	136			61	27	15
	– noch nicht erlassene Anordnungen	–	–			0	–	–
	– Widersprüche	2	–			11	–	

[1]) Nr. 4.1 bis 4.2 insgesamt

Hessen	Mecklenburg-Vorpommern	Niedersachsen	Nordrhein-Westfalen	Rheinland-Pfalz	Saarland	Sachsen	Sachsen-Anhalt	Schleswig-Holstein	Thüringen
3 737	2 230	5 351	15 318	3 884	685	2 817	4 212	2 559	1 974
680	550	476	2 989	593	242	821	–	337	384
3 065	1 680	4 875	12 329	3 291	443	1 996	3 854	2 222	1 590
1 810	413	2 452	8 456	2 513	235	941	885	716	500
990	1 095	2 423	3 873	730	208	1 055	1 332	1 308	1 090
11	24	54	18	3	0	49	101	18	67
1 325	1 064	2 369	3 855	727	208	724		1 406	794
44	381	248	318	29	9	270	322	149	229
0	28	6	4	16	0	12	3	31	110
112	2	114	544	120	1	15	92	28	250
6	–	–	–	–	–	7	4	–	75
12	–	334 [1])	218	–	–	1	27	–	14 [1])
149	3	279	892	388	15	47	267	77	100
1	2	–	–	–	–	4	–	11	–
8	–		447	–	–	4	16	–	
408	230	945	2 566	454	68	442	469	291	120
7	343	–	–	–	–	192	11	131	217
4	8		676	–	–	10	36	1	
193	20	365	720	287	86	10	29	49	14
2	124	–	–	–	–	24	199	182	83
19	1		118	–	–	–	–	19	
29	8	105	510	25	9	53	322	239	10
1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	334	–	–	–	–		–	
53	35	49	2 775	30	7	105	91	118	40
2	171	–	–	–	–	110	261	239	10
2	–	334	–	–	–	12	1	1	
25		64	656	107	13	6	4	54	30
1	5	–	–	–	–	2	–	1	–
1	–	334	–	–	–	–	–	–	

Quelle: LAI-Bericht „Bilanz der Altanlagensanierung nach TA Luft", Stand Mai 1995



Vergleich der Anlage-, Umweltschutz- und Luftreinhalteinvestitionen des Produzierenden Gewerbes

Jahr	Anlage-investitionen insgesamt	Anlage-investitionen Umweltschutz	Luftreinhaltung	Anteil	
	Mrd. DM (1)	Mrd. DM (2)	Mrd. DM (3)	% (3) von (1)	% (3) von (2)
1980	76,8	2,7	1,3	*1,7*	*48,3*
1981	75,5	3,0	1,5	*2,0*	*51,9*
1982	77,1	3,6	1,8	*2,3*	*50,0*
1983	80,0	3,7	2,1	*2,6*	*56,7*
1984	79,8	3,5	2,0	*2,5*	*57,0*
1985	88,2	5,6	4,0	*4,5*	*71,4*
1986	98,5	7,3	5,5	*5,6*	*75,0*
1987	102,0	7,7	5,5	*5,4*	*71,8*
1988	104,3	8,1	5,7	*5,5*	*70,5*
1989	112,2	7,7	4,7	*4,2*	*61,2*
1990	123,5	7,3	4,1	*3,3*	*56,2*
1991	151,3	8,1	4,2	*2,7*	*50,6*
früheres Bundesgebiet	130,6	6,6	3,4	*2,6*	*51,5*
neue Länder	19,7	1,5	0,6	*3,1*	*40,6*
1992	156,3	8,8	4,4	*2,8*	*50,0*
früheres Bundesgebiet	130,3	6,3	3,1	*2,4*	*49,2*
neue Länder	26,0	2,5	1,2	*4,6*	*48,0*

Quelle: Statistisches Bundesamt, Angaben in Mrd. DM zu lfd. Preisen

Geringfügige Abweichungen bei der Berechnung der Prozentanteile ergeben sich aus Rundungsdifferenzen 1993 und 1994 = Daten noch nicht verfügbar



ERP-Förderung von Maßnahmen der Luftreinhaltung

Jahre	Anzahl der Vorhaben	Gewährte Darlehen in Mio. DM	Gesamt-Investitionen in Mio. DM
1990	944	485	1 842
1991	1 007	328	916
1992	847	258	902
1993	1 038	514	1 386
1994	1 087	1 069	3 636
Gesamt	4 923	2 654	8 682

ERP-Förderung von Maßnahmen der Luftreinhaltung 1990 bis 1994

	Anzahl der Vorhaben	Gewährte Darlehen in Mio. DM	Gesamt-Investitionen in Mio. DM
Alte Bundesländer	4 159	1 417	4 537
Neue Bundesländer	764	1 237	4 145
Gesamt	4 923	2 654	8 682

ERP-Förderung von Maßnahmen der Luftreinhaltung
Alte Bundesländer

Jahre	Anzahl der Vorhaben	Gewährte Darlehen in Mio. DM	Gesamt-Investitionen in Mio. DM
1990	849	468	1 796
1991	741	199	547
1992	625	135	516
1993	959	238	593
1994	985	377	1 085
Gesamt	4 159	1 417	4 537

ERP-Förderung von Maßnahmen der Luftreinhaltung
Neue Bundesländer

Jahre	Anzahl der Vorhaben	Gewährte Darlehen in Mio. DM	Gesamt-Investitionen in Mio. DM
1990	95	17	46
1991	266	129	369
1992	222	123	386
1993	79	276	793
1994	102	692	2 551
Gesamt	764	1 237	4 145

Quelle: Deutsche Ausgleichsbank



Dioxin-Emissionen aus Abfallverbrennungsanlagen

Abfallverbrennung	1989/90		1994/95	
	ng TE/m³	g TE/a	ng TE/m³	g TE/a
Siedlungsmüll .	8	400	0,1–1	30
Sondermüll . . .	0,5	1	0,1–0,5	2
Klinikmüll	15	2	0,1–1	< 0,1
Klärschlamm . .	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1

Quelle: Umweltbundesamt, FG III 4.3, Stand: 1995



Prognose der Reduktion der Schwermetallemissionen in Deutschland von 1985 bis 1995

Element	Emissionen 1985			Emissionen 1995 Prognose			Reduktion		
	alte BL t/a	neue BL t/a	Gesamt t/a	alte BL t/a	neue BL t/a	Gesamt t/a	alte BL %	neue BL %	Gesamt %
Arsen	87	133	220	14	19	32	*84*	*86*	*85*
Cadmium	20	25	45	6	5	11	*70*	*80*	*76*
Chrom	123	214	337	49	66	115	*60*	*69*	*66*
Quecksilber	52	85	137	19	12	31	*63*	*86*	*77*
Nickel	269	164	433	130	29	158	*52*	*82*	*64*
Blei	3 800	1 214	5 014	n. V.	n. V.	624	*n. V.*	*n. V.*	*88*
davon:									
– Verkehr	3 020	600	3 620	n. V.	n. V.	240	*n. V.*	*n. V.*	*93*
– stationäre Quellen	780	614	1 394	250	134	384	*68*	*78*	*72*

n. V. = Daten für Teilgebiete nicht verfügbar

Quelle: TÜV Rheinland
Abschlußbericht des Forschungsvorhabens „Entwicklung der Schwermetallemissionen in der Bundesrepublik Deutschland von 1985 bis 1995“, FuE-Vorhaben-Nr. 104 03 524



Entwicklung der Hausmüllverbrennung in der Bundesrepublik Deutschland

Stand: 1995

Jahr	Anzahl der Anlagen	Abfall-durchsatz in 1 000 t/a	Angeschlossene Einwohner		Durchschn. Durchsatz je Anlage in 1 000 t/a
			in 1 000 E	in % der Gesamtbevölkerung	
1980	42	6 343	17 730	*28,9*	151
1985	46	7 877	20 630	*33,7*	171
1990*)	48	9 200	21 600	*27,4*	191
1995*)	52	10 870	23 820	*29,5*	202
2000*) (Schätzung)	60	12 000	32 000	*40*	200

*) unter Einbeziehung der neuen Bundesländer

Quelle: Umweltbundesamt, FG III 4.3



Entwicklung der Sonderabfallverbrennungsanlagen in der Bundesrepublik Deutschland

Stand: 1995

Jahr	Anzahl der Anlagen-standorte	Anzahl der Verbrennungs-einheiten	Theor. Verbrennungs-kapazität in t/a
1965	3	4	68 000
1970	10	15	222 000
1975	13	22	382 000
1980	21	34	620 000
1985	23	38	740 000
1990	30	51	1 010 000
1993	30	52	1 044 000
1995	32	55	1 120 000
voraussichtl. 2000	35	59	ca. 1 300 000

Quelle: Umweltbundesamt, FG III 4.3



Hausmüllverbrennungsanlagen in der Bundesrepublik Deutschland
– Entwicklung der mittleren Schadstoffemissionen in mg/m³ –
Stand: 1995

Schadstoff	Bezugsjahr				
	1980	1985	1990	1995	2000 (Schätzungen)
NO_x	270	250	210	180	100
SO_2	450	350	150	100	30
CO	280	200	150	100	30
org. Verbindungen	230	150	20	10	5
HCI	700	400	50	20	5
HF	7	5	5	1	0,5
Staub	70	60	20	10	2
PCDD/F in I-TE	10×10^{-6}	10×10^{-6}	8×10^{-6}	$0{,}5\times10^{-6}$	$0{,}05\times10^{-6}$

Quelle: Umweltbundesamt, FG III 4.3



Hausmüllverbrennungsanlagen in der Bundesrepublik Deutschland
– Entwicklung der jährlichen Schadstoffemissionen und Prognosen für das Jahr 2000 (kt/a) –
Stand: 1995

Schadstoff	Bezugsjahr				
	1980	1985	1990	1995	2000 (Schätzungen)
CO_2	6 000	7 500	8 700	10 500	11 400
NO_x	9,5	10,8	10,6	10,8	6,6
SO_2	15,8	15,2	7,6	6,0	2,0
CO	9,8	8,7	7,6	6,0	2,0
org. Verbindungen	8,1	6,5	1,0	0,6	0,3
HCI	24,6	17,3	2,5	1,2	0,3
HF	0,26	0,22	0,10	0,06	0,03
Staub	2,5	2,6	1,0	0,6	0,1
PCDD/F in I-TE	n. b.	400×10^{-9}	400×10^{-9}	30×10^{-9}	3×10^{-9}

Quelle: Umweltbundesamt, FG III 4,3



Abfallverbrennungsanlagen in der Bundesrepublik Deutschland – Schadstofffrachten für das Jahr 1995 (kt/a) –

Stand: 1995

Schadstoff	Anlagenart		
	Hausmüll-verbrennungsanlagen	Sonderabfall-verbrennungsanlagen (öffentlich zugänglich und privat betriebene Anlagen)	Klärschlamm-verbrennungsanlagen (ausschließlich kommunale Klärschlämme)
CO_2	10 500	1 200	180
NO_x	10,8	1,2	0,4
SO_2	6,0	0,7	0,2
CO	6,0	0,7	0,2
org. Verbindungen	0,6	0,07	0,02
HCI	1,2	0,13	0,05
HF	0,06	0,01	0,002
Staub	0,6	0,07	0,02
PCDD/F in I-TE	30×10^{-9}	2×10^{-9}	$< 0{,}1 \times 10^{-9}$

Quelle: Umweltbundesamt, FG III 4.3



Abfallverbrennungsanlagen in der Bundesrepublik Deutschland – Anfall von Rückständen für das Jahr 1995 (kt/a) –

Stand: 1995

Reststoff	Anlagenart		
	Hausmüll-verbrennungsanlagen	Sonderabfall-verbrennungsanlagen (öffentlich zugängliche und privat betriebene Anlagen)	Klärschlamm-verbrennungsanlagen (ausschließlich kommunale Klärschlämme)
Schlacke/Asche	3 300	120	–
Filterstaub aus der Entstaubung/Kesselaschen	300	13	150
Reaktionsprodukte aus der Schadgasabscheidung	380	30	–

Quelle: Umweltbundesamt, FG III 4.3



Emissionsgrenzwerte ausgewählter Stoffe für Abfallverbrennungsanlagen in verschiedenen europäischen Ländern

Stand: 1995

Schadstoffe	Land							
	Europäische Union Richtlinie 94/67/EG 1994	Deutschland 17. BImSchV 1990	Dänemark 1991	Frankreich 1991 >3 t/h	Niederlande BLA 1993	Österreich LRV-K 1989/90 0,75–15 t/h	Schweden 1993 ≥3 t/h	Schweiz LRV 1992 > 350 kW
Staub*)	10	10	30	30	5	20	20	10
Chlorwasserstoff*) (mg/Nm³)	10	10	50	50	10	15	100	20
Fluorwasserstoff*) (mg/Nm³)	1	1	2	2	1	0,7	–	2
Kohlenmonoxid*) (mg/Nm³)	50	50	100	100	50	50	100	CO/CO_2 < 0,002
org. Stoffe*) (gesamt C) (mg/Nm³)	10	10	20	20	10	20	–	20
Schwefeldioxid*) (mg/Nm³)	50	50	300	300	40	100	–	50
Stickstoffdioxid*) (mg/Nm³)	–	200	–	–	70	300	–	80
PCDD/PCDF (ng ITE/Nm³)	0,1 ab 1.1.1997	0,1	1,0	–	0,1	0,1	0,1	–
Bezugssauerstoffgehalt (Vol-% trocken)	11	11	10	9	11	11	10% CO_2, tr	11

*) Tagesmittelwert
Quelle: Umweltbundesamt, FG III 4.3



Forschung und Entwicklung in der Luftreinhaltung
1991 bis 1994

Forschungsgebiete	Vorhaben/Anzahl	Aufwendungen insgesamt in Mio. DM	davon Förderung durch die Bundesregierung	
			Anzahl	Mio. DM
Luftreinhaltung insgesamt	554	785	547	529
Emissionen und Emissionsminderung	143	165	142	111
davon:				
Allgemein	54	56	53	41
Verkehr	24	23	24	17
Hausbrand, Feuerung, Energieerzeugung	31	36	31	21
Industrie, Gewerbe	34	50	34	32
Energiesparende Technik	215	439	214	247
Überwachung der Luftreinhaltung	159	141	158	135
davon:				
Meßmethoden, Meßgeräte	45	39	45	35
Transmission, Klima, Atmosphäre, Meteorologie, Luftchemie	80	80	80	79
Feststellung der Emissionen und Immissionen	27	18	26	17
Rechtliche und planerische Aspekte	7	4	7	4
Wirkungen von Luftverunreinigungen	37	40	33	36
davon:				
Wirkungen auf den Menschen	1	1	0	0
Wirkungen auf Pflanzen, Tiere und Ökosysteme	6	5	3	2
Wirkungen auf das Klima	14	7	14	7
Wirkungen auf Materialien	16	27	16	27

Quelle: Umweltbundesamt, Datenbank UFORDAT



Vergleich der Anlage-, Umweltschutz- und Lärmbekämpfungsinvestitionen des Produzierenden Gewerbes

Jahr	Anlage-investitionen insgesamt	Anlage-investitionen Umweltschutz	Lärm-bekämpfung	Anteil in v. H.	
	in Mrd. DM I	in Mrd. DM II	in Mrd. DM III	III von I	III von II
1980	76,8	2,7	0,25	*0,33*	*9,36*
1981	75,5	3,0	0,21	*0,28*	*7,11*
1982	77,1	3,6	0,23	*0,30*	*6,41*
1983	80,0	3,7	0,23	*0,29*	*6,20*
1984	79,8	3,5	0,23	*0,29*	*6,55*
1985	88,2	5,6	0,26	*0,29*	*4,61*
1986	98,5	7,3	0,25	*0,25*	*3,37*
1987	102,0	7,7	0,27	*0,27*	*3,45*
1988	104,3	8,1	0,27	*0,26*	*3,37*
1989	112,2	7,7	0,26	*0,24*	*3,45*
1990	123,5	7,3	0,30	*0,22*	*4,15*
1991	151,3	8,1	0,36	*0,24*	*4,45*
alte Länder	131,6	6,6	0,336		
neue Länder	19,7	1,5	0,025		
1992	156,3	8,8	0,36	*0,23*	*4,10*
alte Länder	130,3	6,3	0,325		
neue Länder	26,0	2,5	0,037		

Quelle: Statistisches Bundesamt, Angaben in Mrd. DM zu lfd. Preisen
Abweichungen bei der Berechnung der Prozentanteile ergeben sich aus Rundungsdifferenzen



Forschung und Entwicklung in der Lärmbekämfpung in der Zeit von 1991 bis 1994, Förderung im Umweltforschungsplan der Bundesregierung

Forschungsschwerpunkte	Anzahl der Vorhaben	Mio. DM
Lärmbekämpfung insgesamt	48	16
davon:		
Wirkung von Lärm	3	1
Erfassung und Verminderung von Verkehrslärm	17	7
Baulicher Schallschutz	5	2
Erfassung und Verminderung von Industrie- und Gewerbelärm (ohne Arbeitsschutz)	6	2
Lärm in Wohngebieten	2	1
Überwachung, Meßmethoden und -geräte, Grundlagen	15	3

Quelle: Umweltbundesamt, Datenbank UFORDAT

Druck: Bonner Universitäts-Buchdruckerei, 53113 Bonn
Vertrieb: Bundesanzeiger Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 13 20, 53003 Bonn, Telefon: 02 28/3 82 08 40, Telefax: 02 28/3 82 08 44
ISSN 0722-8333